

# ACTA RADIOLOGICA

EDITA PER SOCIETATES RADIOLOGICAS DANICÆ, FENNICÆ,  
HELVETICÆ, HOLLANDICÆ, NORVEGICÆ ET SUECICÆ

---

VOL. VIII FASC. 1

28: II 1927

N:o 41

---

## THE RADIUM TREATMENT OF HAEMANGIOMATA, LYMPHANGIOMATA AND NAEVI PIGMENTOSI

EXPERIENCES FROM »RADIUMHEMMET», 1909—24

by

*Gunnar Andrén*

(Ass. Physician)

DANLOS, the father of radium therapy, is said to have been the first practitioner who treated angiomas radiologically (quotation, BARCAT, 4). DANLOS had observed beautiful scars as a result of treatment by radium of lupus and concluded therefore that similar healing with satisfactory scar formation might possibly be obtained with radiological treatment of angiomas. His attempts in this direction, however, were only partly successful, the treated angiomas being only incompletely removed. RHENS, 1903, succeeded in removing by radium an angioma, the size of a half-crown. During the following years until 1907 successful results were reported to have been obtained by HARTIGAN, FOLLARD, EKSTEIN, STRASSMANN and ZIMMERN (quotation, BARCAT, 4). In their great work on radium therapy, published in 1907, WICKHAM and DEGRAIS also deal with the treatment of »naevi» with radium. This is the fundamental work on radium treatment of naevi. Since then numerous communications have appeared in European and American literature on the excellent results obtained with radiological treatment of »naevi». These works, however, have not generally presented any critical survey of results obtained with different technical procedures but have only given brief accounts of clinical cases.

The present investigation is made in order to carefully examine the results obtained in the treatment of naevi at Radiumhemmet and especially in order to study the results of the treatment method in haemangioma, here elaborated by FORSSELL.

## Classification of Naevi.

Naevi are classified in different ways of which the following definitions would seem to represent a general opinion: »Toutes les néoplasies cutanées d'origine embryonnaire» (HALLOPEAU, 9), »toutes les difformités circonscrites» (BROCQ, 9), »hereditär veranlagte oder embryonal angelegte zu verschiedenen Zeiten des Lebens sichtbar werdende und äusserst langsam sich entwickelnde durch Farbe und Form der Oberfläche auffallende, umschriebene kleinere Missbildungen der Haut» (UNNA, 9), »Zircumskripte Missbildungen der Haut und der angrenzenden Schleimhäute, die in einem Gewebsüberschuss über das Normale bestehen und die entweder bei der Geburt manifest sind oder sich im weiteren Leben entwickeln, die aber sonst in ihrer ganzen Wesenheit den eigentlich kongenitalen vollständig analog sind» (JADASSOHN, 9).

In »La pratique dermatologique» (BESNIER, BROCQ, JAEQUET) RIST (94) divides naevi in the following way:

- I. Naevi pigmentaires purs.
- II. Naevi tubéreux non vasculaires.
  - A. N. verruqueux mous.
    - a) N. pillaires, b) N. pigmentaires saillants.
  - B. N. molluscoides.
    - a) Mollosc. lipomatodes, b) Mollosc. pendulum.
  - C. N. verruqueux durs.
    - a) Ichtyoses partiels, b) N. kératodermiques.
  - D. N. adénomateux.
    - a) Syringo-cystadenomes, b) Kystes-dermoides, c) N. adénomateux sébacés.
- III. Naevi vasculaires.
  - A. Haemangiomes.
    - a) N. vasculaires lisses, b) N. téléangiectasiques, c) N. vasculaires tubéreux.
  - B. Lymphangiomes.

According to all the definitions the term »naevi» comes to include collectively local malformations of the skin and mucous membrane, and conditions will thus be brought under one heading which, from the pathologico-anatomical as well as the clinical point of view, are totally different.

During the last century all naevi were considered to be of mesodermal origin, although there were those who maintained that some naevi were of epithelial origin. From the time, however, of the publication of UNNA's histo-pathological atlas (1901) the epidermal theory has won still further adherents. In some naevi there occur so-called »naevous cells» which have been shown by KISSMEYER

— by means of a histological staining reaction (Dopa-reaction) — to possess epithelial characteristics (50). FRASER'S (31) mode of classification of naevi seems to me the most convenient. He classifies them according to their origin into *epidermal* and *mesodermal* naevi. Epidermal naevi will then come to include group I and II and the mesodermal naevi group III in RIST's classification.

While the classification of the epidermal naevi is uniform and the nomenclature fairly logical, the confusion of Babel exists as regards the description and terminology of the different forms of haemangiomas. The variable nature of this classification will be evident from studying the following names which only constitute some of those used in the literature.

BORST (12)	Naevi flammeus.	Naevi cavernosi.
KAUFMANN (49)	Haem. simpl. > teleang. > plexiform. > hyperplastic.	Haem. cavernos.
WILMS (127)	Naevi flammeus. > coeruleus.	Ang. cavernos.
DA COSTA (24)		
LABORDE (56)	Haem. plani.	Haem. tuber.
BARCAT (4)		
JOSEPH (47)		
JESSNER (42)	Ang. simpl.	Ang. cavernos.
BURNS (15)		
FRASER (31)		
KNOX (51)	Ang. capill.	Ang. cavernos.
MACKAY (65)		
DEGRAIS-BELLOT (27)	Ang. cutan.	Ang. subcutan.
FRASER (31)		
FRITZWILLIAMS DUNCAN (33)	Superficial ang.	Subcutan ang.
BARJON (5)	Naevi teleang. punct. > plan. (tache de vin).	Naevi tuber.
RIST (94)	Naevi vasculaires lisses. > teleang.	Naevi tuber.
HARTZELL (38)	Naevi vasculaires (congen.)	Teleangiectasis (acquisit)
WICKHAM-DEGRAIS (126)	Plane superficial angiomas	
RULISON (97)	Plane deeply infiltrating angiomas	
SIMPSON (114)	Raised, even and uneven angiomas	
	Soft, compressible, erectile angiomas.	

It is highly desirable that the main character of the common forms of angiomas should be elucidated, and that a choice should

be made among the various names in use in order to thereby build up a common nomenclature.

On the basis of our material I have considered it convenient to classify the mesodermal naevi as follows:

I. Haemangioma.

A. Haemangioma capillare.

B. Haemangioma cavernosum.

a. Haemangioma cavernosum superficiale. b. Haemangioma cavernosum profundum.

II. Lymphangioma.

**Etiology**

In nearly every human being one or more birth-marks are to be found. If not present immediately after birth they generally appear in later years, the so-called »tardiva naevi» (47). Opinions have varied considerably with regard to the causation of naevi. FOURNIER, for example, maintained that syphilis was an etiological factor. According to an old legend, a sudden unpleasant sight experienced by a pregnant woman may produce birth-marks in the foetus. According to BETTMANN (9) many factors should be considered in discussing the etiology of naevi.

I. Primary abnormal formations.

II. Anomalies.

a) exogenous, e. g. abnormal foetal positions.

b) endogenous, e. g. intoxications during foetal life.

The so-called blue naevi or »mongolian spots», occurring in the sacral region (rare in the white races but occurring in 97 % of the Japanese people), have been considered by HUTCHINSON to be of »local paläogenes», as the pigment and the localisation of these naevi correspond with the blue discoloration occurring on the buttocks in apes (9).

The hypothesis advanced by PECIZKA, BLASCHKO and BRISSAUD that naevi arise in the interspaces between dermatomata, has been refuted by ZANDER who denies the existence of dermatomata.

The hereditary transmission of naevi has been subjected to close investigations. MEIROWSKY (74, 75, 76), LEVEN (58, 59) and LEUZ (61) have during the last decade advanced a »keimplasmatisch» theory about the hereditary transmission of naevi. SIEMENS doubts the correctness of MEIROWSKY's »keimplasmatisch» theory after the investigations (110, 111, 112, 113) he carried out into the heredity of naevi in uniovular twins. The view held by SIEMENS would seem to be that there exists an hereditary disposition to naevi in general but not in regard to their localisation (110). The question of etiology of naevi, however, would seem to be still unsolved.



## Mesodermal Naevi

### Haemangiomata

In the term »haemangioma» we include 3 different types of vascular mal-formations or vascular tumours: capillary, cavernous and arterial.

*The capillary form* of haemangioma (Fig. 4 a. 4 b. 5) consists of closely lying capillaries with well differentiated endothelium and with a minimum amount of connective tissue between the vessels. This form of haemangioma is situated in the superficial layers of the skin, has generally a thickness of about 2 mm and does not reach above the level of the surrounding skin. On account of the closely aggregated vessels the skin surface takes on a characteristic red-violet discoloration, disappearing on pressure. Growth of hair is reduced within the haemangiomatous area and the covering skin is very thin. The thin skin with the underlying capillaries feels warmer to touch than the surrounding parts. The haemangiomatous surface appears to be insensitive to, for example, acute eczema. WAELSCH (121) has described a case with extensive eczema, where a naevus was unaffected although it was situated in the centre of the eczematous area.

In approximately  $\frac{1}{3}$  of the present cases the capillary haemangiomata have had the size of about  $10 \times 35$  mm, while  $\frac{2}{3}$  involve larger areas, at an average of about  $50 \times 100$  mm. It may be concluded from this that the most common form of haemangioma includes large skin areas. Fairly frequently they keep to one half of the body and have a fissural localisation (92). They are most commonly localised to the head or neck, according to BELLOT in about 95.4 % (27). They occur fully developed in the new-born child and grow as a rule very slowly. According to DEPAUL  $\frac{1}{3}$  of all new-borns are supposed to have a small naevus, resembling a capillary haemangioma, either in the occipital region at the root of the hair, or in the forehead as a vertical border above the glabella, disappearing spontaneously after the first few months of life (38).

From what has been already mentioned concerning the question of classification of haemangiomata, it would seem as if the form just described is the one subjected to the most variable terminology. To me it seems most convenient to give this form a name that distinguishes its anatomical structure from that of other forms of haemangiomata, namely haemangioma capillare.

A sub-form of the haemangioma capillare, haemangioma stellate,

is made up of a central capillary of large size and others of finer calibre radiating from this in a stellate manner. This form of haemangioma occurs more commonly in adults but also occurs in children (38).

In connection with haemangioma capillare mention should be made of a group called »anaemic naevi». According to VÖRNER this is a form of vascular change closely related to the haemangioma capillare. Investigations by BUSCHKE, FISCHER, and others have shown that direct stimulation of the muscles in the vessel wall causes flushing of the anaemic naevus but that stimulation of the vasomotor nerves produces pallor (16). Therefore it is clearly not a question of any organic malformation but of some local vasomotor disturbance.

The cavernous form of haemangioma is made up of a number of intercommunicating blood-spaces of larger size with intervening connective tissue. These blood-spaces are lined with endothelium; in some cases this is of typical nature, in others it is not differentiated, being then more or less embryonic in character. These embryonic endothelial cells have a mitotic appearance (31), proving them to possess a proliferative ability which probably explains the rapid growth of these haemangiomata. The covering skin may either consist of a thin epithelial layer or be made up of all the layers in the skin or mucous membrane respectively. In some cases of larger cavernous haemangiomata there are sclerotic areas and bands of connective tissue, probably the remains of phlebitis thrombi (96).

Clinically the cavernous haemangioma may be divided into two different types.

In one form the cavernous haemangioma (Fig. 7 a, b. 10 a. 11 a. 12 a) occupies only the most superficial layer of the skin and does not penetrate deeply into this; it is raised above the level of the skin from about 2 mm to a maximum of 10 mm (in a case observed here). The covering skin is exceedingly thin making the cavernous red-violet vessels visible through it; this gives to the skin a »cha-grinated» appearance. The surface is almost devoid of hair. The size of the haemangiomata varies in our material from about  $2 \times 3$  mm with about 2 mm elevation above the skin level to about  $35 \times 55$  mm with about 10 mm elevation. These represent the most usual forms among our cases, making up more than half of all haemangiomata treated here. They may occur anywhere on the skin. The cavernous haemangioma is not generally observed at the birth of the child. It is only after about a week or sometimes a month that it is detected as a small red-violet mark on the skin. This is by far the most usual occurrence with this type of haemangioma, as observed

at »Radiumhemmet». The cavernous haemangioma takes on a rapid growth during the first months of life and may in some cases reach a considerable size. Should it be located, for example, on an eyelid it may constitute a mechanical hindrance to the movements of the lid and therefore claim immediate treatment (See fig. 12 a).

This form of cavernous haemangioma, the clinical features of which clearly distinguish it from the form to be described below, may be best characterised by the name *haemangioma cavernosum superficiale*.

*The second form of cavernous haemangioma* (Fig. 14 a. 15 a. 16 a. 17 a) is situated below the cutis or the mucosa. Through its situation below the skin or mucous membrane this form of haemangioma will be raised in a dome-like manner above the level of the surrounding skin. The covering skin or mucous membrane may be of different thickness, whereby the colour of the haemangioma may vary from blue-violet to the colour of normal skin or mucous membrane. The haemangioma is compressible. In some cases hard, string-shaped formations may be palpated within the haemangioma, probably the remains of phleboliths. The size of the haemangioma varies considerably in different cases. The largest haemangiomata treated at »Radiumhemmet» have reached the size of a fist. According to BELLOT (27) the cavernous haemangioma occurs on the head and neck in about 77.4 % and on the trunk and the extremities in about 18.9 %. This type of haemangioma is met with as a rule already in new-born children but does not grow so rapidly as *haemangioma cavernosum superficiale*.

This form of cavernous haemangioma, differing in a characteristic manner from the other forms of cavernous haemangioma by its situation among other things, would seem to be termed most suitably *haemangioma cavernosum profundum*.

Cavernous haemangiomata occur also in muscles and viscera but do not come our way on account of their position.

In addition to the cavernous haemangiomata mentioned above there are mixed forms, although less commonly occurring, of the superficial and deep cavernous haemangiomata. In the tabulated summary of the cases I have referred these forms to that group, the properties of which have been most prominent in the individual case. Fig. 11 a) depicts one type of this mixed form of haemangioma.

*The arterial form of haemangioma* is called »racemose angioma». This consists of a system of intercommunicating vessels of variable calibres connected with an artery. The clinical features of this form of angioma is beyond the scope of this work, as I have not come across any case in the literature treated radiologically, nor have we

treated any such case at »Radiumhemmet». On account of its structure this type of angioma is also probably unsuited for radiological treatment.

#### Lymphangioma

According to TÖRÖK (38) the lymphangioma consists of a mixture of dilated pre-existing and newly formed lymph-channels.

They are classified into simple and cavernous lymphangiomata.

*The simple lymphangioma* is located in the papillary and sub-papillary parts of the corium. They appear as vesicular elevations in the skin as large as grains of rice or peas. They are of a light red colour, often transparent, and are arranged in groups, frequently occurring on the neck or the shoulder region (92). They are met with occasionally at birth but occur usually during the first months of life or in later childhood (38).

*The cavernous lymphangioma* is situated in the hypodermal layer. It is raised above the surface in a dome-like manner like the deep cavernous haemangioma. The skin over the lymphangioma is of normal colour. They may be the size of a walnut or larger and are fairly often localised to the trunk (92). They are found at birth and increase slowly in size.

#### Epidermal Naevi

At »Radiumhemmet» only the following forms of epidermal naevi have been treated: naevi pigmentosi and naevi pigmentosi et pilosi (Fig. 18 a).

Naevi pigmentosi and naevi pigmentosi et pilosi alike consist of pigmented cells but hypertrichosis is added to the latter. Groups of epithelial cells, »naevous cells», occur in these naevi. The »naevous cells» may be either round or oval in shape. Naevi containing round cells are called by KROMPECHER »basal cell»-naevi and those containing oval cells, »cuboid cell»-naevi. By these names he wishes to indicate from what these naevi have developed (9).

These types of naevi are found fully developed in the new-born child and increase in size as the child grows. They may occur anywhere in the skin, mucous membrane or conjunctiva. When situated in the skin they may be on the level with this but usually occur raised a few millimetres. Pigments and connective tissue measure at the most about 2 mm in height. Regarding the size of these naevi 76 % of naevi pigmentosi and 40 % of naevi pigmentosi et pilosi, treated here, have been the size of peas to beans. The largest treated here have been about the size of the palm of the hand.

## The Therapy of Naevi

### Non-Radiological Methods

Before dealing with the technique of the radiological treatment it may be desirable to survey the non-radiological methods available for the treatment of naevi. These may be conveniently divided into those where the tissues are destroyed and those where they are excised. Destruction of naevi may be done in different ways: *injection* into the tissue of alcohol (18, 70, 100), boiling water (83, 91), formalin (80); insertion of magnesium needles (127); *coagulation by heat*, hot air 750 C (23, 24), cauterisation (128, 131), diathermy (69, 106, 109, 117); *coagulation by cold*, carbonic acid snow (11, 28, 33, 39, 44, 63, 79, 108, 119); *coagulation by electrolysis* (13, 14, 20, 107). Destruction of the tissue may also be attained by ligation of afferent vessels (66, 80). Attempts have been made to destroy angiomas through pressure, for example, by applying collodion to their surface for some length of time (54). Excision of the naevi is a more reliable method than any mode of destruction. Several cases of haemangioma have been seen at »Radiumhemmet», which, however, had undergone previous operation but later were sent for radiological treatment on account of recurrence of the trouble. If excision is to be justified as a method of treatment for haemangioma, it must be complete. A mode of treatment, in a class by itself, is by means of ultra-violet rays, Kromayer-light. It has been used in capillary haemangiomas (17, 29, 45, 103, 129). The value of non-radiological methods, however, will not be dealt here.

### Technique of the Radium Treatment

In radiological therapy one makes use of partly radio-active salts such as mesothorium and radium, partly röntgen-rays. Mesothorium is used in the form of so-called Doramad (43, 62, 67), containing mainly Thorium-X, radiating mostly  $\alpha$ -rays but also to a certain extent  $\beta$ -rays. This form of radiation has no great penetration; its effect therefore will be confined to the most superficial layers of the skin. Doramad is generally used in the form of an ointment. This ointment produces flushing of the skin the next few days after the application, after which pigmentation sets in, the extent of which it is impossible to judge beforehand (43). The pigmentation is said to disappear after about a month (62). According to LOMBOLT the patient can be treated 10—15 times with Doramad without causing any atrophic changes of the skin. He admits himself that the cases have not been observed sufficiently long to exclude the possibility of atrophy.



Treatment of haemangiomas by radium was first tried in France, and WICKHAM and DEGRAIS are credited with being the first workers to have elaborated a special radiological technique for the treatment of angiomas. These workers employed so-called »appareils à vernis» of different but relatively weak radioactivity. Filters were not generally used but very occasionally 0.01 mm Al or as much as 1 mm Pb might have been utilised (particularly in haemangiomas of the mucous membrane). Secondary filters of cotton-wool or a covering of rubber were used in a great number of cases. The duration of treatment varied from 10 minutes to a couple of hours, the treatment being often repeated for several consecutive days. Then follows an interval of 1–2 months, when the treatment is resumed with a weaker dose, the tissues through the first dose having been rendered more sensitive to radiological treatment. The reaction after the treatment is mostly erythema with desquamation (2nd degree of inflammatory reaction). The same radium preparation was employed in the treatment of pigmented naevi but in these cases they tried to obtain a destructive dose, for example, »appareils à vernis» for 24 hours with 0.1–0.3 mm Pb as filter.

The technique employed by WICKHAM and DEGRAIS has since been modified by radiologists in other countries. The present French radiological technique, according to DEGRAIS and BELLOT (1924), is described as follows (27).

The radium preparation used is either »appareils à vernis» (1–1.5 milligram radium-element per square centimetre) or tubes (3–8 milligram radium element per square centimetre). With the former a filter is used in the form of 0.01 mm Al–2 mm Pb, with the latter 0.5–2 à 3 mm platinum.

The duration of treatment may vary from 10 min. to 36 à 48 hours.

In capillary naevi »appareils à vernis» are used either without filter (only a thin covering of rubber, as a secondary filter, »anglaise protectrice») for 10–15 min. or with filter, 0.1–0.2 mm Pb, for 3–6 hours. The treatment is repeated every 5th or 6th week.

In tuberous angiomas the treatment is done by »appareils à sel collés», to begin with for 10 minutes without filter and then with increasing filters, 0.1 mm Pb every other hour, to obtain an effect in the epidermis as well as in the cutis vera. They also use filters of a thickness of 0.5 mm or more; the time of treatment must then be prolonged. On an average five applications are considered sufficient to obtain the desired effect. If a tuberous angioma is to be treated with  $\gamma$ -rays only, one employs, for example, 40 à 50 milligram radium-element, a filter of 3 mm Pb + 1.5 à 2 cm thick secondary filter, duration of treatment 20 hours, 5–6 applications with



an interval of 2 months. This dosage is meant for adults only; for children it is correspondingly less.

For the treatment of haemangiomas in the mucous membrane tubes are used. Filter 1—2 mm silver; sometimes one uses only a secondary filter of gas; in that case the duration of treatment is only about one hour and the treatment must only be repeated, at the most, once after a lapse of 6 or 8 weeks.

Simultaneous applications from different sides, so-called «cross-fire» (*«feu croisé»*), is considered a suitable method in the treatment of, for example, angioma of the lip. On the other hand, they advise against the use of the needle treatment.

The healing effect of radium in angiomas does not take place through necrosis, but regression may occur without reaction and alike whether  $\beta$ -rays or  $\gamma$ -rays be employed.

The effect of radiation on blood-vessels is described by PINCH (1920) in the following way (90): »Prolonged intensive radiation produces proliferation with subsequent vacuolarisation and degeneration of the endothelium, infiltration by leucocytes of the vessel wall and finally stenosis of the vessel lumen. Weak and brief radiation at long intervals causes proliferation of the endothelial cells and fibrosis of the vessel wall and finally stenosis of the vessel».

According to SIMPSON (114) there are four degrees of radium reaction (*«inflammatory reaction»*): 1st degree — only erythema, 2nd — erythema with desquamation, 3rd — epithelial destruction, 4th — deep ulceration.

#### The Technique at »Radiumhemmet»

The forms of treatment used at »Radiumhemmet» in naevi have been irradiation by radium or roentgen-rays and diathermy.

The technique employed at »Radiumhemmet» in the treatment of haemangiomas by radium was elaborated by Professor G. FORSSELL in 1909—1910. At first FORSSELL used the technique described by WICKHAM—DEGRAIS. It so happened, however, that FORSSELL observed a case of angioma in a child that had only had one application of short duration and who afterwards had not returned for renewed treatment for quite a long time but, nevertheless the angioma had almost entirely disappeared. As a result of this FORSSELL tried a method of treatment with relatively weak doses at long intervals during which the haemangioma was watched. The treatment was not resumed as long as the haemangioma diminished in size. Experience then showed that a single short application of the kind mentioned, that leaves no visible traces in the skin, brought about progressive healing for a long time onwards similar to that occurring in spontaneous healing

of angiomata. This expectant and conservative mode of treatment which I propose to call FORSELL's *method*, has been employed at »Radiumhemmet» in a great number of cases; one has not been able to use it, however, in all the cases. It is particularly in patients living far away that one has used a more concentrated form of treatment. In applying a well regulated dose according to FORSELL's method there should be no flushing of the skin nor any secondary pigmentation. The treatment-dose should therefore be considerably lower than the erythema-dose.

As mentioned above, a stronger dose of radium than recommended according to FORSELL's method of treatment has been given in some of the cases. In these cases there has been an »inflammatory reaction of the 2nd or 3rd degree». Similar phenomena occurred in certain cases of capillary haemangioma, where we tried to obtain a more uniform radiation of the haemangiomatous surface by placing the radium applicators at a longer distance from it (5 mm) and close to one another, at the same time the treatment was made to last longer.

The radium preparations used here are mostly flat applicators with an effectiveness of »one quarter strength», that is with a  $\gamma$ -radiation of about 1 milligram radium-element per square centimetre. In addition we have used here a weaker kind of flat applicator with a  $\gamma$ -radiation of 0.3 milligram radium-element per square centimetre as well as a stronger kind with a  $\gamma$ -radiation of about 10 milligram radium-element per square centimetre. Tubes have been used in occasional cases. Their  $\gamma$ -radiation has been corresponding to either 7 or 9.4 milligram radium-element per tube.

The filter is made up of 0.1 mm nickel, 2 or 4 sheets of paper, a thin layer of cotton-wool and next to the surface to be treated a layer of »sterofil». The distance between the applicator and the treated surface is estimated to be 2 mm. This applies when using flat applicators with maximum 1 milligram radium-element per square centimetre. With flat applicators of 10 milligram radium-element per square centimetre the filter is made up of 0.2 mm plated silver and a sheet of tin-foil. In using tubes the filter is made up of the capsule wall, corresponding to 1 mm Pb-filter, in addition to an extra filter of a thickness of 0.5—1 mm Pb as well as a thin layer of »dental mass».

In some of the earlier cases one used here tin-foil instead of paper. Estimations carried out in the physical laboratory at »Radiumhemmet» show, however, that filtration of  $\beta$ -radiations is the same whether paper or tin-foil be used.

Radiations from flat applicators (max. 1 mgr. ra.-el. pr sqcm.) with the various filters used in the treatment of naevi have been estimated and found to be as follows:

With 0.1 mm Ni as the sole filter  $\beta$ - and  $\gamma$ -radiations are found to amount to respectively 97 % and 3 %. On increasing the filter with a thin layer of cotton-wool, »sterofil», and 2 or 4 sheets of paper, one obtains 95 %  $\beta$ -, 5 %  $\gamma$ - respectively 94 %  $\beta$ - and 6 %  $\gamma$ -radiations. The space, between the applicator and the treated surface, occupied by a filter consisting of 0.1 mm Ni, 4 sheets of paper, a thin layer of cotton-wool and »sterofil», causes a reduction of the intensity of about 10 %. The measured radiation intensity is taken

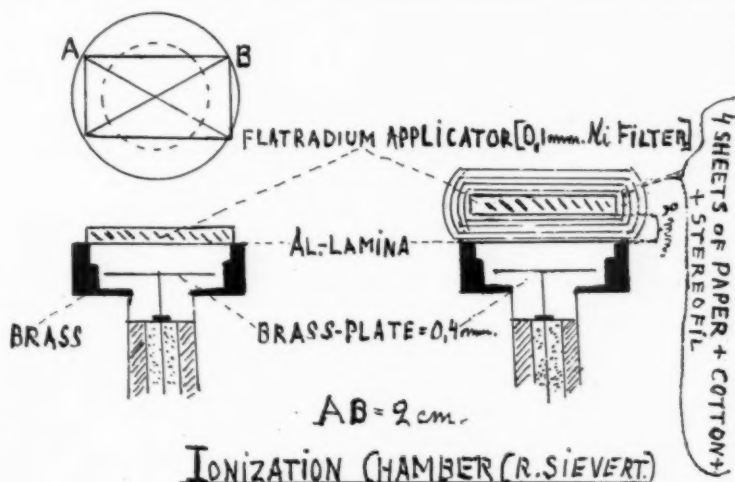


Fig. 1.

as the mean value for the intensity present within a skin area of a thickness of 1—2 mm.

If the intensity of the radiations ( $\beta + \gamma$ ) without filter is equal to 100 %, it is

for 2 papers + cotton-wool + »sterofil» = 77 %

for 4 » » » » » » » » = 67 %

Pb-filter, of greater thickness than 0.5 mm, absorbs practically all primary  $\beta$ -radiations.

The measurements have been carried out with an ionisation chamber (see fig. 1) and with the measuring instrument described by Dr. SIEVERT in *Acta Radiologica* 1923, vol. II, fasc. 2, p. 156.

In order to empirically determine the dose given with FORSELL's method of treatment it was so arranged that 5 preparations of 1 milligram radium-element per square centimetre were each packed separately and in a similar manner, the filter consisting of 0.1 mm

Ni, 4 papers, cotton-wool and »sterofil»; after which they were all placed on the skin of the same patient (on the outside of the thigh and at least 10 cm apart). The preparations were kept in their places for different lengths of time, from 1.5 to 3.5 hours, and the exposed areas were subsequently watched every day for a fortnight. After the application lasting 3—3.5 hours erythema arose on the 4th day, at first increasing in intensity but commencing to decline on the 15th day. After a 2.5 hours application erythema arose on the 8th and 9th day, lasting until the 15th day inclusive. After an application lasting 2 and 1.5 hours no erythema could be observed in the skin.

It may be concluded from this that with 2 hours treatment, practised according to FORSELL's method with these applicators and with the filter just mentioned, the dose is about 20 % below the erythema-dose (HED).

In using a filter made up of 0.1 mm Ni, 2 sheets of paper, cotton-wool and »sterofil», the duration of treatment with these applicators will be 1.5 hours. With 0.5 mm Pb as filter the duration of treatment will be maximum 8—9 hours, with 1 mm Pb maximum 12 hours. For tubes with extra Pb-filter the duration of treatment is 8—10 hours. In the cases treated here no reaction of the skin has been noticed after applications given as above stated.

The radium treatment has also been carried out with Dr. LYSHOLM's »Radium-howitzer», described in Acta Radiologica 1923, vol. II, fasc. 2, p. 516. The duration of treatment with this method has been so estimated as to obtain about the same reaction as when using FORSELL's method.

Röntgen treatment has been given in certain cases of capillary haemangioma, deep cavernous haemangioma and cavernous lymphangioma. The röntgen dosage has been about  $\frac{1}{4}$  HED, 4 mm Al-filter (in lymphangioma instead of Al, Cu-filter, 0.5 mm), focal distance 30 cm. The treatments have been repeated several times in series (the sum of applications within each series has never exceeded the dosage of one HED given at one application).

Electro-coagulation has been done with unipolar diathermy under local anaesthesia in cases of naevi pigmentosi and naevi pigmentosi et pilosi. In stellate haemangiomata the central capillary has been destroyed either with unipolar diathermy without local anaesthesia or with the actual cautery.

### Our Results of Treatment

During 1909—1924 a great number of meso- and epidermal naevi has been treated at »Radiumhemmet». Re-examination, how-

ever, has unfortunately not been possible in all of them, in spite of energetic efforts to trace the cases. I have succeeded in re-examining 288 haemangiomas, 11 lymphangiomas, and 69 epidermal naevi.

With regard to the results observed at the re-examination I have grouped the cases as follows:

1) Cosmetically restored. In these cases the »naevus» has entirely disappeared. The remaining scar is so slight as to be only noticed on very close examination of the skin. No atrophic changes can be seen.

2) Restored with atrophy. In these cases the »naevus» has disappeared but in its place there is a more or less atrophic scar, that is to say, a dry and pale skin area with slight teleangiectasis and small pigmented and de-pigmented spots.

3) Improved without atrophy.

4) Improved with atrophy. This group includes cases in which the »naevus» has diminished in size and become discoloured but where, in addition, atrophic changes in the skin have occurred similar to those found in group 2).

5) Unchanged.

Each type of »naevus» has been divided into 8 groups according to the age incidence of the patients: 0—3 months, 4—6 months, 7 months—1 year, 2 years, 3 years, 4—10 years, 11—18 years, 19 years and above. The age stated is the age of the patient at the commencement of treatment. This grouping of the patients according to different ages has been done for the purpose of finding out, whether there exists any difference in the susceptibility to radiological treatment in naevi in different ages.

#### Haemangioma capillare

The total number of treated cases of capillary haemangioma is 76. From the practical point of view I have divided them according to their size into three groups: small, medium-sized, and large capillary haemangiomas. In the *small-sized* group I include those having a size of about  $10 \times 35$  mm, in the medium-sized those measuring minimum  $30 \times 50$  mm and maximum  $100 \times 130$  mm and finally in the *large-sized* group those measuring more than  $100 \times 130$  mm.

The *small-capillary* haemangiomas number 24 of which 14 have come for treatment during their first year of life and the remaining 10 during later years.

The *medium-sized* number 50 of which 8 have been treated during their first year of life and the remainder in later years.

Of the *large* haemangiomas there are only 2 cases, both in adults.

Of all the 22 cases that came for treatment during the first year

of life, 5 are cosmetically restored. These were all small capillary haemangiomas. Most of this type of haemangioma, not completely restored, had a »naevus» of much larger extent.

Below is an account of a case that was completely restored after radiological treatment.

I. O. 769/18. Girl, aged about 1 year. Haemangioma capillare, the size of about half a pea, on the bridge of the nose. Treated  $7/11$  1918 and  $1/7$  1919 with 1 mgr. ra. el. pr sqcm for 2 hours, filter = 0.1 mm Ni, 4 sheets paper, cotton-wool and »sterofil». Treated in the same way but for 2.5 hours on  $14/11$  1919,  $16/7$  1920. In total 6.5 mgr. el. hrs. Condition of patient 1924 is seen on fig. 2.

No patient, on whom treatment was commenced after the first year of life, has been entirely restored cosmetically. Although five of them got rid of their »naevi» they developed atrophic scars. 14 are improved but these also developed atrophic scars after the treatment. Another 36 are improved but half of these developed so-called »checker» (fig. 5) as a result of the radium applicators being placed on the haemangiomatous surface. 16 cases remain unchanged.

FR. BURNS (8) is of the definite opinion that no matter how carefully the radium treatment be carried out in capillary haemangioma, »checker» is impossible to avoid. This consists of square-shaped areas discolored in the centre and surrounded by apparently unchanged red-violet haemangiomatous tissue. The »checker» probably arises because of failure of the radiations to effect that part of the haemangioma covered by the edges of the flat applicators. In order to avoid this uneven exposure of the haemangioma we have tried in a few cases the technique of treating at a distance, mentioned under the heading Technique at »Radiumhemmet» (page 12). These cases, however, have been watched for too short a time to permit of any conclusions in regard to end-results.

Röntgen treatment has been employed wholly or in conjunction with radium in 11 cases. 5 of these are only slightly improved and 6 unchanged. As an illustration of the slight effect of röntgen treatment on a haemangioma of this type the following case may be quoted.

A. E. 1647/21. (Fig 4 a.) Woman, aged 21. She had a haemangioma capillare at birth on her right cheek and right side of the forehead up to the root of the hair. It has never grown or been previously treated.  $19/10$  1921 treatment of the haemangioma by röntgen rays with protection for eyes and lips. Dose =  $1/2$  HED, distance 50 cm, filter 4 mm. Al. The same dose was repeated on  $11/2$  1920,  $16/6$ ,  $30/10$  1922,  $20/4$ ,  $17/8$ ,  $23/11$  1923. No visible reaction after the applications and no definite discoloration. Fig. 4 b shows the condition after the treatment 1924.





Fig. 2. I. O. 7 years old. Haem. capillaris reg. dors. nasi. Treated 1918 and 1919. Cosm. restored 1924.



Fig. 3. A. P. 8 years old. Haem. capillaris et atrofia cutis post ra. 1924.



Fig. 4. a. A. E. 21 years old. Haem. capillare 1921.

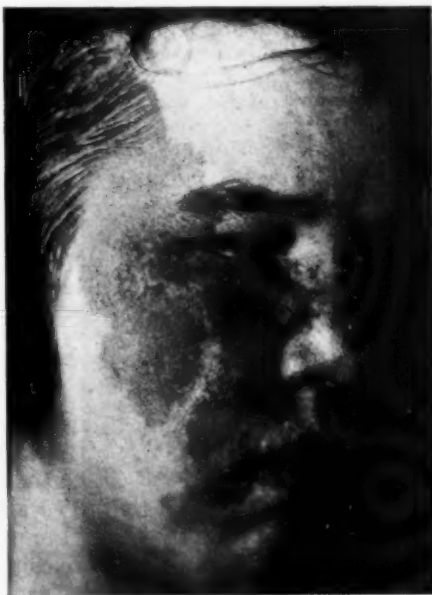


Fig. 4. b. A. E. 24 years old. 1924. Roentgen and radium treated since 1921.



Fig. 5. E. K. 39 years old. Haem. capillare and "checker" after radium 1924.



Fig. 6. B. F. 4 years old. Haem. cav. sup. reg. capill. Treated 1920. Cosm. restored 1924.



Fig. 7. a. I. S. One year old. Haem. cav. sup. ulcer. 1924.



Fig. 7. b. I. S. One year later. 1925.

It is clear from what has been stated above that with the present technique in the radium-treatment of haemangioma capillare we can only expect a completely satisfactory result in those cases that come for treatment during the first year of life. In these early cases, however, no satisfactory results have been obtained in treating larger surfaces than about  $10 \times 35$  mm. In treating haemangioma capillare with röntgen rays no satisfactory results at all have been obtained.

The capillary haemangioma is generally a great source of worry to the relatives of the patient and a disadvantage during the whole life on account of its disfiguring effect and other troubles it brings in its train. Cosmetic indications will therefore determine the treatment. Should the treatment result in a »checker» or an atrophic scar the patient is not helped by such treatment but is, from a cosmetic point of view, worse off than before the treatment.

In illustration of such unsatisfactory results from the point of view of appearance the following two cases may be quoted.

A. P. 847/19. Boy, aged 3 years. There was a pink-coloured haemangioma capillare on the left cheek and upper lip. It has been the same all the time and never been treated prior to admission  $^{16}/_6$  1919. Treatment by radium: 2 preparations of each 1 mgr ra. el. pr sqcm for 2.5 hours, filter = 0.1 mm Ni, 4 sheets of paper, cotton-wool and »sterofil». After two weeks desquamation of the haemangiomatous surface.  $^{20}/_6$ . Repetition of the same treatment. After 4 months, inconsiderable discoloration. Repetition of the same treatment  $^{17}/_1$ ,  $^{17}/_4$ ,  $^{28}/_8$  and  $^{17}/_{12}$  1920. In 1922 the haemangioma is red-brown and leathery. Surface dry with teleangiectases. The condition 1924 is seen in fig. 3.

E. K. 1032/23. Woman, aged 38. At birth a haemangioma capillare, the size of the palm of the hand, on the left side of the neck. Has not increased in size.  $^{15}/_3$  1923 and  $^{16}/_3$  1923 treatment with altogether 16 preparations of each 1 mgr. ra. el. pr sqcm for 1.5 hours, filter = 0.1 mm Ni, 4 sheets of paper, cotton-wool and »sterofil». Commencement of discoloration in May, partly »checker». In November the same year the dark portions of the haemangioma were treated with the same dose as at the first application, the lighter portions being protected. No discoloration after this treatment. The condition one year later is seen on fig. 5.

With suitable technique small haemangiomata capillaria in children in their first year of life seem capable of removal without complications. There is little hope of attaining cosmetically satisfactory removal either of large haemangioma capillare in all ages or such haemangiomata of small size in patients more than one year old. Röntgen treatment with a technique as described above, does not seem to effect any cosmetically satisfactory result in haemangioma capillare. A cautious distant treatment with »Radium-howitzer» might possibly be tried in these cases.

*Haemangioma stellate*

15 cases have been treated with thermo-puncture of the central vessel, 5 with the actual cautery and 10 with unipolar diathermy. The result has been complete removal of the »naevus». The age of the patient at the commencement of treatment has been 10—12 years in about 50 % of the cases and the remainder were of about middle age. It is clear from this that thermo-puncture of the central vessel in one form or the other is an exceedingly efficient mode of treatment in these forms of haemangioma, provided it be carried out with great care and not too deeply into the skin.

*Haemangioma cavernosum superficiale*

Of these 138 cases have been treated here. They have been divided into three groups: small, medium-sized and large haemangioma. To the small-sized group belong those having a surface of minimum  $10 \times 10$  mm and maximum  $20 \times 25$  mm with a maximum elevation of 2—3 mm. The medium-sized haemangioma have generally measured about  $25 \times 30$  mm with a maximum elevation of 5 mm. Large haemangioma have measured about  $35 \times 55$  mm with an elevation of 10 mm.

The *small* haemangioma comprise 104 cases. 87 of these have been treated during the first year of life, 12 during the second and 5 in later childhood. Of those treated during the *first year of life* 58 (67 %) have been cosmetically restored, 2 (2 %) restored with atrophy, 24 (28 %) improved and 3 (3 %) improved with atrophy. Of the 12 cases treated during the *second year of life* 7 have been cosmetically restored, 1 restored with atrophy and 4 improved. Of the *5 youths* 2 have become cosmetically restored, 2 restored with atrophy and 1 improved.

The medium-sized haemangioma cav. sup. number 31. Of these 24 have been treated during the first year of life, 3 during the second year of life and 4 during young adult life. Of those treated during the *first year of life* 15 (60 %) have become cosmetically restored, 3 (15 %) restored with atrophy and 6 (25 %) improved. Of those treated during the *second year of life* 2 have become cosmetically restored and 1 restored with atrophy. Of the *4 youths* 3 have become cosmetically restored and 1 restored with atrophy.

The large haemangioma cav. sup. are 3 in number and have been treated during the first year of life. The result of the treatment has been: 1 cosmetically restored and 2 improved.

In comparing the results for the same age of patients they are found to be about the same irrespective of the initial size of the

haemangioma. The size of the haemangioma, therefore, is of no great moment to the result.

At what age a haemangioma should be treated was formerly a debated question but latterly the view of some workers seems to favour as early a treatment as possible. RULISSON, STAFFORD (97) and A. BELLOT (27) are of the definite opinion that the haemangioma is far more sensitive to radiological treatment in children than in adults. In our cases of superficial and deep cavernous haemangiomata there is no great relative difference between the age-groups as regards those who have been rendered cosmetically restored and those who have not. This favours the assumption that the sensitiveness to radium in cases of cavernous haemangiomata is about constant during the whole life. As far as I am aware the question, whether this sensitivity varies for different periods during the first year of life, has not been, up till now, a subject of investigation. I therefore divided the one-year cases into three groups: a) those where the treatment commenced during the age of 0—3 months, b) 4—6 months and c) 7 months—1 year. It was then shown that the result of the treatment within the different groups was about the same. It may be deduced from this, therefore, that the sensitivity of the haemangioma to radiations also is about the same during the first year of life.

It has been generally stated by the relatives of the patients that the haemangioma has grown most rapidly during the first three months of life. From this reason the treatment should preferably commence during this year.

FORSSELL's method of treatment has been employed in 118 cases; 81 (about 70 %) of these have become cosmetically restored and 37 improved. In 70 % therefore the result has been cosmetically satisfactory with no atrophic changes. In 16 (14 %) cases *one application has sufficed for obtaining cosmetic restoration*. In the 37 improved cases the treatment has been interrupted by the patients, in 20 cases during the first year of treatment, in 10 during the second year and in 7 cases during the 3—5th year of treatment. The relatives of these patients have lacked the patience necessary for this delicate and expectant mode of treatment and consequently interrupted the treatment.

In 16 cases a different dose of radium to that given in FORSELL's expectant treatment, has been employed, namely one producing the »2nd degree of inflammatory reaction». Yet in these cases a cosmetically satisfactory result has been obtained in 5 cases, restoration with atrophy in 9 and improvement with atrophic changes in

2 cases. Therefore cosmetic restoration has occurred in 30 % and atrophic changes in about 70 %.

»Inflammatory reaction of the third degree» occurred after the treatment in 4 cases 2 of which developed atrophic changes.

Röntgen treatment was not given in any of these cases.

In studying illustrations in the literature purporting to show a good result after radiological treatment of haemangiomata changes in the skin are frequently seen typical of atrophic dermatitis after röntgen- or radium-treatment.

In comparing the results obtained from treating haemangioma cavernosum superficiale with FORSELL's expectant method on the one hand with those obtained by often repeated treatments or by a dose producing an inflammatory reaction of the 2nd or 3rd degree on the other, it is evident that cosmetic restoration is obtained with the former in about 70 % of the cases with no atrophies, whereas with the latter and usual form of treatment a smaller number of cosmetically restored are obtained with an associated risk of atrophies occurring in at least 50 % of the cases.

An opinion frequently advanced (86) is that haemangiomata of the scalp should not be treated as it results in epilation. For our part we have never noticed such a consequence in following FORSELL's method of treatment. These patients have always had a normally developed growth of hair over the treated area after the treatment.

B. F. 723/20. Girl, aged 3 months. A haemangioma cav. sup., not larger than a »small red spot» was observed at birth in the forepart of the scalp. The haemangioma grew particularly rapidly during the first month of life, measuring on admission  $13 \times 9$  mm. Treatment on  $^{10}/_5$  20 with a preparation of 1 mgr ra. el. pr sqcm and filter of 0.1 mm Ni, 4 sheets of paper, cotton-wool and »sterofil» for one hour. No visible reaction. Extract from diary  $^{2}/_{11}$  20. The haemangioma is growing and now measures  $14 \times 16$  mm, is therefore given a second dose of radium of the same strength as on the last occasion. It then diminishes in size and gets paler. It has completely disappeared after three years, leaving no trace, and the patient has a strong and close growth of hair on the place in question. Fig. 6 shows the treated area of the scalp 3 years after treatment.

If the haemangioma happens to be traumatically ulcerated when admitted, it is nowadays given immediate radiological treatment, for it has been found that the ulcerated surface clears up quickly with such treatment at the same time as the haemangioma becomes reduced in size. This immediate treatment seems to us a suitable one from every point of view; RULISSON and STAFFORD (97) always use it, while other authors (93) warn against such treatment.

It is generally the disfiguring appearance caused by the haem-





Fig. 8. A. V. 13 years old. Haem. cav. sup. reg. apic. nasi.  
Treated 1911—1912. Cosm. restored 1924.



Fig. 9. C. G. 16 years old. Haem. cav. sup. reg. front.  
Treated 1916—1917. Cosm. restored 1924.



Fig. 10. a. M. P. 2 1/2 months old. Haem. cav.  
sup. 1911.



Fig. 10. b. M. P. 13 years old. Treated 1911.  
Cosmet. restored. 1924.



Fig. 11. a. A. L. 7 weeks old. Haem. cav. sup.  
1910.



Fig. 11. b. A. L. 14 years old. Treated 1911.  
Cosmet. restored. 1924.



Fig. 12. a. I. E. 5 months old. Haem. cav.  
sup. 1910.



Fig. 12. b. I. E. 14 years old. Treated 1911.  
Cosmet. restored. 1924.

angioma that brings the patient to treatment. The aim of the treatment, therefore, is to cause the haemangioma to disappear with the best possible cosmetic result, preferably without leaving any trace behind. The demands submitted for consideration in judging whether cosmetic restoration has been obtained after the treatment, will be found on page 15.

Our experience of the treatment by radium of haemangioma cavernosum superficiale may be summarised in the following way: a) The patient should come for treatment at as early an age as possible, preferably during the first year of life; b) treatment by radium according to FORSELL's expectant method and without visible reaction of the skin; c) haemangiomata in the scalp are treated as well as ulcerating haemangiomata; d) the treatment of large haemangiomata is about as successful as that of small ones.

The following cases illustrate the results of the treatment in this type of haemangiomata.

I. S. 108/24. Girl infant, aged 1 year. A large haemangioma cav. sup. and profund. on the left leg since birth. A couple of days before admission,  $8/1$  24, it became traumatically ulcerated. On admission there was a slightly bleeding and inflamed ulcer on the haemangioma about the size of a half-crown. Temp.  $39^{\circ}$ – $40^{\circ}$  C. The ulcerated surface only was treated immediately by radium, 1 mgr. ra. el. pr sqcm, filter 0.1 mm Ni, 4 sheets of paper, cotton-wool and »sterofil» for one hour. One month later the ulcer is healed and the haemangioma is somewhat diminished. The same dose of radium is then given as on the last occasion but this time over the whole haemangiomatous surface. This is also repeated after three months. The haemangioma has since steadily diminished, so no further treatment has been given. Fig. 7 a shows the condition  $8/1$  24 and fig. 7 b the condition one year later.

A. V. 181/11. Boy, aged 3 months. A fortnight after the birth of the child a haemangioma cav. sup. as big as a pin's head was detected on the tip of the nose. This took on a rapid growth during the third month of life. Condition on admission: haemangioma cavernosum superficiale, the size of a pea, on the tip of the nose. Treatment was applied on  $19/12$  1911,  $1/2$ ,  $14/3$ ,  $2/5$ ,  $6/6$ ,  $18/7$  1912 with flat applicator of 1 mgr ra. el. pr sqcm filter 0.1 mm Ni, 4 sheets of paper, cotton-wool and »sterofil», one hour each time. No visible reaction after the treatment but the haemangioma steadily diminished in size. Cosmetic restoration was established in Dec. 1912 and the condition has been maintained which is also evident from fig. 8. The photo is taken 1924.

C. G. 322/16. Boy, aged 9 months. 8 days after the birth of the child a haemangioma cav. sup. as large as a pin's head was detected on the forehead of the patient. The haemangioma grew rapidly during the first four months, measuring at the end of this time  $9 \times 9$  mm and 2 mm in height. In the 9th month of life it grew another 3 mm in height. On the  $4/4$  1916 treatment was given with flat applicator of 1 mgr ra. el. pr sqcm for  $1\frac{1}{2}$  hours, filter 0.1 mm Ni, 4 sheets of paper, cotton-wool and »sterofil». The haemangioma became smaller and paler.  $8/11$  the same dose of radium applied. Progressive discoloration. The same dose of radium was applied on  $5/3$  1917

and  $18\frac{1}{2}$  1918. Cosmetic restoration was established 1919 and maintained during 1924 (see fig. 9). The photo is taken 1924.

M. P.  $37\frac{1}{11}$ . Girl infant, aged  $2\frac{1}{2}$  months. At birth a haemangioma cav. sup. as big as the head of a pin on the left lower eye lid. Growing rapidly during the third month of life, measuring on admission  $13 \times 8$  mm with an elevation of 2–3 mm (fig. 10 a). In the course of 3 years she is first given a course of 8 treatments at intervals of 6 weeks, then 2 applications at an interval of 8 weeks and finally 2 applications at an interval of 4 months. The haemangioma is carefully watched all the time and treatment is only again applied after one has convinced oneself that no further decrease has taken place after the last application. Treatment applied with 1 mgr ra. el. pr sqcm. The duration of treatment has varied from 1 to 2 hours and as filter there was used 0.1 mm Ni, 4 sheets of paper, cotton-wool and »sterofil». No visible reaction after the treatment. Fig. 10 b shows the condition of the patient 1924. Cosmetic restoration.

A. L. 680/10. Girl infant, aged 7 weeks. At birth a haemangioma cav. sup. the size of a pea, on the right side of the nose. Grown fairly rapidly. Condition  $11\frac{1}{5}$  1910: On the right side of the nose and on the right cheek a haemangioma measuring  $10 \times 20$  mm with an elevation of about 1 mm (fig. 11 a).

Treatment by radium  $4\frac{1}{5}$  1910– $9\frac{1}{6}$  1911, in all 14 times. Duration of first treatment 3–5 hours, afterwards 1 hour each application. The treatment is applied with flat applicators containing 0.35 mgr ra. el. pr sqcm, filter 0.1 mm Ni, 4 sheets of paper, cotton-wool and »sterofil». The haemangioma is steadily diminishing during the treatment. On  $10\frac{1}{6}$  1912 the surface is somewhat discolored in spots and the swelling almost disappeared. May 1924 cosmetically restored (fig. 11 b).

In the case to be described below the haemangioma was completely removed but owing to a traumatic ulcer a scar formed which had not arisen through the radium treatment.

I. E. 64/10. Infant girl, aged 5 months. A haemangioma cav. sup. on the left cheek since birth. Growing rapidly. Condition  $25\frac{1}{11}$  1910: Haemangioma measuring  $40 \times 45$  mm with an elevation of about 2 mm (fig. 12 a).  $25\frac{1}{11}$  treatment with flat applicators (0.35 mgr ra. el. pr sqcm) for 2 hours, filter 0.1 mm Ni, 4 sheets of paper, cotton-wool and »sterofil». Traumatic ulceration between the first and second application which healed later with the formation of a white scar having the appearance of the wing of a butterfly. In the following year the same doses of radium 4 times. No visible reaction. The haemangioma becomes smaller and paler. Since about 1920 she is cosmetically restored but the white scar remains (fig. 12 b).

#### Haemangioma cavernosum profundum

59 cases have been treated and re-examined. They have been divided into three groups: small, medium-sized and large haem-angiomata. By *small* haem. is understood those with a maximum size of  $10 \times 10$  mm and an elevation of 10 mm. The *medium-sized* measure minimum  $20 \times 20$  mm with an elevation of 3 mm and maximum  $30 \times 30$  mm with an elevation of 10 mm. The *large*

haem. measure minimum  $50 \times 50$  mm with an elevation of 5 mm and maximum the size of an orange.

The *small* haem. cav. prof. are 15 in number. Of these 8 have been treated during the *first year of life* of which 5 are cosmetically restored and 3 improved. 1 has been treated during the *second year of life* and is cosmetically restored. 6 patients are of *adult age* of which 3 have been cosmetically restored, 2 improved and 1 improved with atrophic changes.

The *medium-sized* group comprises 37 cases. 16 of these have been treated during the *first year of life* of which 8 have become cosmetically restored, 1 restored with atrophy, 6 improved and 1 improved with atrophic changes. Treatment during the *second year of life* has been given to 4 cases of which 1 is cosmetically restored and the remaining 3 improved. 17 patients were of *adult age* when the treatment commenced. Of these 7 are now cosmetically restored, 3 restored with atrophies and 7 improved.

There have been 7 cases of *large* haemangioma of the deep cavernous kind; 4 of these have been treated from the *first year* of life 3 of which are cosmetically restored and 1 restored with atrophy. 3 cases are patients from *later childhood* and of these 1 is cosmetically restored and 2 improved.

With regard to the results obtained from the treatment in cases of haemangioma cavernosum prof. there seems to be a fairly uniform distribution of the restored cases within the different groups according to size. This favours the assumption that the size of the haemangioma does not influence the result of the treatment in any marked degree.

On account of the restricted number of cases within each age-group, it is difficult to definitely state at what age the treatment should be commenced. It seems to me, however, that in these cases, as in the haemangioma cav. superfic., the treatment should be commenced at as early an age as possible and preferably during the first year of life. The skin of the one-year old seems to stand the radiations usually employed in haemangiomata as well as that of an adult.<sup>1</sup>

FORSSELL's expectant method has been used in 45 cases; 28 (62 %) of these have been rendered cosmetically restored and 17 (38 %) improved. In these haemangiomata no atrophic changes have occurred.

In illustration of cases rendered cosmetically restored the following may be quoted:

<sup>1</sup> BELLOT (27), on the other hand, considers the skin of children being more sensitive to radiological treatment, the younger they are.

B. K. 142/11. Boy, aged 10 months. A haemangioma cav. prof. on the left side of the back of the neck in root of the hair since birth. Growing. Condition on admission  $^{12/10}$  1911: A dome-like, light blue coloured, pulsating haemang. in the back of the neck. Treated  $^{14/10}$  1911 with flat applicators of 1 mgr. ra. el. pr. sqcm for 6 hours, filter 1 mm lead. Treated with same flat applicators but with filter = 0.1 mm Ni, 2 sheets of paper, cotton-wool and »sterofil» for 2 hours. The same treatment repeated  $^{20/12}$  1911. Haemang. is getting smaller after the last treatment, and disappears completely. Cosmetically restored at examination 1924. Fig. 13 present condition. Observe that there is no epilation!

K. A. 235/13. (Fig. 14 a.) Girl, aged 6. Since birth a haem. cav. prof. on the right half of the lower lip and on the right cheek. Has not followed the growth of the child as regards development. Has had no treatment before now. Condition  $^{9/9}$  1913: In the lower lip a haemangioma, measuring 32×20 mm and 20 mm in thickness; a similar formation in the right cheek measuring 45×50 mm with a thickness of 20 mm. The lip is treated with flat applicators 1 mgr. ra. el. pr. sqcm from  $^{9/9}$  1913 to  $^{21/4}$  1917; 13 times with so-called »cross-fire», 6 times with 3 mm extra Pb-filter, duration of treatment 9 hours; 7 times with filter 0.1 mm Ni, 4 sheet of paper, cotton-wool and »sterofil»; duration of treatment 2 hours. The haemangioma in the lip is continually getting smaller, cosmetic restoration being established since 1917 and maintained 1924, see fig. 14 b. The haemangioma in the cheek is being treated from  $^{9/9}$  1913 to  $^{22/1}$  1918, 11 times with the same flat applicators as for the lip and with the same filter, duration of treatment 2 hours. The haemangioma diminishes successively but much slower than that on the lip and never disappears completely.

N. H. 181/13. (Fig. 15 a). Infant boy, age 4 months. At birth there was a local swelling over the region of the glabella. It has been growing during the last month and subsequently proves to be a haem. cav. prof. Condition  $^{6/9}$  1913: A haemangioma, 20×25 mm with a thickness of 5 mm, over the region of the glabella. Treatment from  $^{6/9}$  1913 to  $^{20/3}$  1915, 9 applications with 1 mgr. ra. el. pr. sqcm, filter 1 mm extra Pb., duration of treatment 12 hours. The haemangioma gets successively smaller. No visible reaction. In May 1914 there remains only a slight cushiony formation in the skin. Cosmetic restoration in 1924 (fig. 15 b).

A. S. 5/10. (Fig. 16 a). Infant girl, aged 21 months. A haemangioma on the left upper arm since birth. It has grown rapidly during the last year. Condition  $^{29/8}$  1910: On the left upper arm haem. cav. sup. and prof. measuring 45×40 mm and somewhat elevated. Treatment from  $^{29/8}$  1910 to  $^{21/7}$  1911, 11 applications with flat applicators (0.35 mgr. ra. el. pr. sqcm). Duration of treatment 1 hour 6 times and 2—4 hours 5 times. Filter 0.1 mm Ni, 4 sheets of paper, cotton-wool and »sterofil». No visible reaction. The haemangioma gets continually smaller and cosmetically restored about 1912 and still so in 1924 (fig. 16 b).

In 9 cases a dose of radium has been given that produced an »inflammatory reaction of the 2nd degree»; of these cases 5 were rendered restored with atrophies, 2 improved and 2 improved with atrophies.

In 2 cases the treatment produced an »inflammatory reaction of the 3rd degree» and improvement only ensued.





Fig. 13. B. K. 13 years old. Treated 1911. Cosm. restored. 1924.  
(Big. haem. cav. prof. on his neck 1911.)



Fig. 14. a. K. A. 6 years old. Haem. cav.  
prof. 1913.

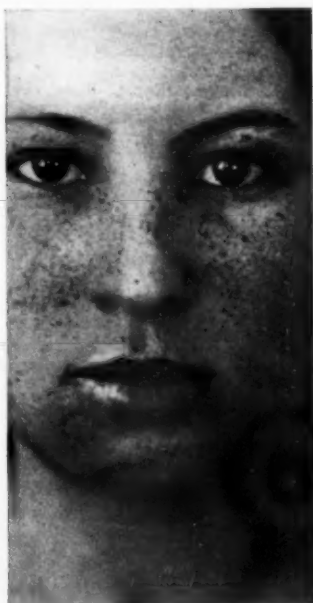


Fig. 14. b. K. A. 17 years old. Treated  
1913-1917. Cosm. restored. 1924.



Fig. 15. a. N. H. 6 months old. Haem. cav. prof. reg. glabella. 1913.



Fig. 15. b. N. H. 11 years old. Treated 1913-1915. Cosm. restored. 1924.



Fig. 16. a. A. S. 21 months old. Haem. cav. prof. 1910.



Fig. 16. b. A. S. 16 years old. Treated 1910-1912. Cosm. restored. 1924.



Fig. 17. a. I. H. 11 years old. Haem. cav. prof. bucc. 1924.

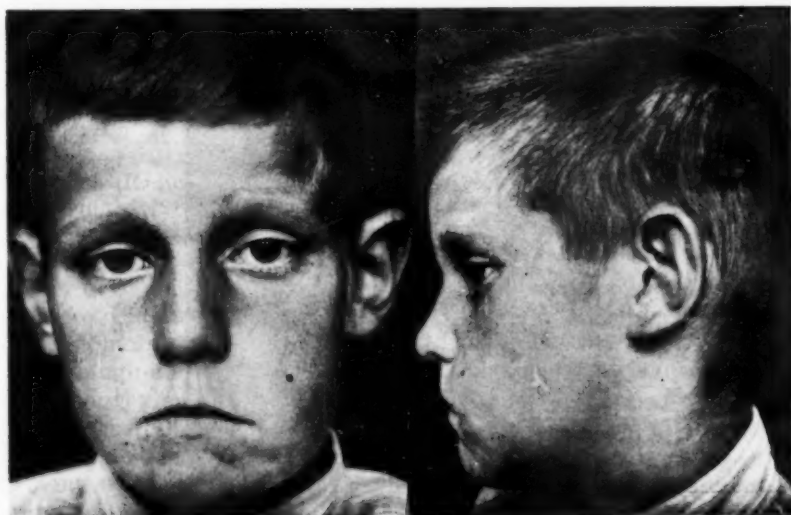


Fig. 17. b. I. H. 12 years old. Treated 1924. Improved. 1925.



Fig. 18. a. L. K. 5 years old. Naevus pigm. et pil. 1912.



Fig. 18. b. L. K. 17 years old. After the first beginning of electroc. 1924.



Fig. 18. c. L. K. 18 years old. The proceeding of the electrocoagul. 1924.

In 3 cases in which röntgen treatment was given there was only improvement.

P. L. 1091/21. Boy, aged 6. Since birth a haem. cav. prof. under the sole of the right foot. Slow growth. Condition  $\frac{4}{5}$  1921. A haem. cav. prof. the size of a Spanish nut. Treatment was given on  $\frac{13}{9}$ ,  $\frac{16}{9}$ ,  $\frac{20}{9}$ ,  $\frac{13}{10}$ ,  $\frac{22}{10}$ ,  $\frac{26}{10}$  1921 and on  $\frac{28}{4}$ ,  $\frac{2}{5}$ ,  $\frac{8}{5}$  1922 with  $\frac{1}{4}$  HED, 4 mm Al, 30 cm focal distance. No reaction could be seen after the treatments. The haemangioma has diminished and become paler but has not completely disappeared. Patient is able to walk without subjective discomfort.

The two remaining cases of haem. cav. prof. treated with röntgen-rays were given about similar doses as the case described above.

The number of cases treated with röntgen is too small to enable any conclusions to be drawn as regards the value of this form of treatment in haemangioma cav. prof.

In comparing the number of cases cosmetically restored with those improved among the cases treated with radium and with due regard to the filters used, it will be found that with 0.1 mm Ni, 4 sheets of paper, cotton-wool and »sterofil» the cases *cosmetically restored number 10* and those *improved 20* and with  $\frac{1}{2}$ —1 mm Pb cases *cosmetically restored number 18* and those *improved 1*.

These figures go to show that it is more suitable to employ radiations where the primary  $\beta$ -rays are eliminated. The importance of the filtered radiations for the treatment of haemangioma cav. prof. is also evidenced by a case treated with »Radium-howitzer». (See chapter on technique page 14.)

I. H. 46/24. Boy, aged 11. Haem. cav. prof. on the left cheek since birth. It has not grown until the last few months. Condition  $\frac{9}{1}$  1924: In the left cheek there is a haemangioma cav. prof. measuring about 70×75 mm with a thickness of about 20 mm covered by a thin layer of skin and mucous membrane, through which it is visible as a faintly blue mass. See fig. 17 a. Is treated with Radium-howitzer at 2 cm distance and with a filter of 3 mm Pb, receiving 1.781 gr el. hrs. A further application on  $\frac{15}{4}$  with 1.093 gr el. hrs. No visible reaction. The haemangioma has greatly diminished; fig. 17 b.

This new method with Radium-howitzer seems to hold out good results for the future in regard to treatment of large deep cavernous haemangiomata.

Haemangioma cavernosum profundum frequently causes the patient inconvenience in the way it sometimes hinders movements or by being easily injured and thereby not infrequently giving rise to considerable haemorrhages. In addition, of course, it causes disfigurement when occurring under uncovered skin. Also in these cases, therefore, our treatment should be largely guided by cosmetic considerations. The results we claim of the treatment, therefore, is no

less than cosmetic restoration. Such results have been attained in 29 cases (50 %) and 6 cases (10 %) have been rendered restored but with development of atrophic scars. In 24 cases (about 40 %) improvement followed, which was a great relief to the patient, particularly where the haemangioma was hindering movements. Haemangioma cavernosum profundum, therefore, should be treated during the first year of life or as early as possible during the growth of the child.

The treatment by radium is done with filtration of the primary  $\beta$ -rays and by employing the expectant method of treatment. Large haemangiomata are treated as well as small ones.

As has already been mentioned treatment by röntgen-rays has not been used here to any great extent wherefore I am unable to definitely recommend it; it does not seem to me impossible, however, that good results might be obtained with a careful röntgen treatment.

#### Lymphangiomata

Of this class of case 11 have been treated and watched at »Radiumhemmet» for at least one year.

From the clinical point of view they have all been of the cavernous type and situated subcutaneously. In none of the cases has any pathologico-anatomical examination been carried out. The size of the lymphangioma has varied from that of hazelnuts to fists. On account of the small number of cases I have refrained from grouping them according to the size of the lymphangioma as was done in the other forms of naevi.

There are 5 cases treated among *children*. These have been given a dose of radium producing »inflammatory reaction of the 1st degree» with an extra filter of 0.5 mm Pb. In all these cases the treatment has been without effect.

3 cases have been treated among *youths*. Of these 1 is cosmetically restored, 1 improved and 1 unchanged.

Among *adults* 3 have been treated. Of these 1 is cosmetically restored and 2 unchanged.

The two cases rendered *cosmetically restored* have on the whole received a similar treatment; radium producing »inflammatory reaction of the 2nd degree» with an extra Pb-filter of 2—3 mm.

The two cases, only *improved*, have been differently treated. One of them was treated by radium with 0.5 mm extra Pb-filter; »inflammatory reaction of the 1st degree» followed. The second case was treated by röntgen-rays (see Technique of Treatment).

Of the 7 cases remaining *unchanged*, 3 have been treated by radium — »inflammatory reaction of the 1st degree» — with 0.5 mm



extra Pb-filter in 1 case and with a filter of 0.1 mm Ni, 4 sheets of paper, cotton-wool and »sterofil» in 3 cases; 3 cases have been treated with roentgen-rays only.

To obtain an effect on the subcutaneous lymphangioma therefore it seems to require a strongly filtered irradiation, probably stronger than the deep cavernous haemangioma. An extra filter of 0.5 mm Pb is not sufficient, it must be at least about 2—3 mm thick.

The reason that brings the patient for treatment seems on the whole to be the same as in cases of deep cavernous haemangioma.

With the technique employed during 1909—24 cosmetic restoration has been obtained when the filter has been 2—3 mm Pb and the reaction been »inflammatory reaction of the 2nd and 3rd degree». With such reaction, however, there is the associated risk of secondary atrophic changes occurring later. A more intensive irradiation, filtered through more than 2—3 mm Pb may theoretically prove more useful in lymphangioma. We have now got such a means in the »Radium-howitzer», although we still lack practical experience with it in lymphangioma. In using the »Radium-howitzer», however, one should naturally also with this try to avoid the more marked radium reactions. In using a source of radiation of such strength as the »radium-howitzer» it is important to bear in mind that the endocrine system and the epiphyseal cartilages must not be directly exposed to the radiations.

#### **Naevi pigmentosi and Naevi pigmentosi et pilosi**

11 cases of naevi pigm. and 35 cases of naevi pigm. et pilosi have been treated here with radium.

The cases have been divided according to their size into 3 groups: *small* naevi, maximum 10×10 mm, *medium-sized*, minimum 10×20 mm and maximum 20×40 mm and *large* naevi about 50×60 mm.

There are 7 small pigm. naevi, 2 of which have been treated during the *second year of life*. One of them became cosmetically restored and the other remained unchanged. 5 cases occurred in *adults* 1 of which was cosmetically restored and 4 were unchanged.

The small naevi pigm. et pilosi number 10 of which 2 have been treated during the *first year of life* and 1 during the *second year*. These 3 cases are unchanged. There are 7 *adult cases* treated; 1 of these it cosmetically restored and the remainder unchanged.

There are 2 naevi pigm. of medium size. The patients were all *above the age of 20* when the treatment was commenced. The result of the treatment is 1 improved with atrophies and 1 unchanged. The large naevi are also only 2 in number and the result of treatment the same as in those of medium size.

There are 20 cases of naevi pigm. et pilosi of medium size; 3 of them have been treated during the *first year of life* of which 1 is improved with atrophy and 2 unchanged. There are 17 *adults* of which 11 are improved with atrophy and 6 unchanged.

The large naevi pigm. et pilosi are 5 in number; 1 of these has been treated during the *first year of life* and is improved with atrophic changes. 4 are *adult patients* of which 1 is improved with atrophy and 3 unchanged.

It follows from this that cosmetic restoration has only been attained in the case of small sized naevi pigm. and naevi pigm. et pilosi. The age of the patient at the commencement of the treatment does not seem to effect the result of the treatment.

In 6 cases of naevi pigm. and in 12 cases of naevi pigm. et pilosi radium has been given in doses which have produced an »inflammatory reaction of the 1st degree». In none of these cases has the treatment had any effect.

In 3 cases of naevi pigm. and in 6 cases of naevi pigm. et pilosi radium has been given in doses which have produced an »inflammatory reaction of the 2nd degree». Of the former cases 1 has become cosmetically restored, 1 improved with atrophies and 1 unchanged. Of the latter kind 3 have improved with atrophies and 3 remained unchanged.

In 2 cases of naevi pigm. and in 17 cases of naevi pigm. et pilosi there occurred an »inflammatory reaction of the 3rd degree» after the treatment. Of the former cases 1 has become cosmetically restored and 1 improved with atrophic changes. Of the latter cases 1 has become cosmetically restored, 11 improved with atrophies and 5 remained unchanged.

It is clear from the above that naevi pigm. and naevi pigm. et pilosi are less amenable to radium than, for example, the cavernous haemangiomas. In order to remove the pigmented naevi one has utilised radium radiation which has produced »an inflammatory reaction of the 2nd or 3rd degree»; this, in its turn, has led to the risk of secondary atrophic changes in the skin. It was soon realised at »Radiumhemmet» that this form of naevi was not very suitable for treatment by radium, therefore another form of treatment was tried, namely electro-coagulation.

15 cases of naevi pigm. and 8 cases of naevi pigm. et pilosi have been electro-coagulated with unipolar diathermy. Of the former 12 are small, 2 medium-sized and 1 of large size. Of the latter kind 7 are small and 1 of medium size. They have all occurred in adult patients and become cosmetically restored.

In this form of diathermy the pigment cells are found to be

easier removed than the hypertrichosis. If the coagulation, however, is made to extend right down to the hair-follicles the hairs are also removed. Both medium-sized and large naevi of these kinds are successfully removed with diathermy and no atrophic changes have occurred in our cases.

In these forms of naevi it is generally cosmetic considerations that determine the treatment. The method used must therefore ensure the best possible cosmetic result. Another factor, however, must also be considered, namely the possibility of a naevus undergoing malignant degeneration. Naevi pigmentosi occurring in the conjunctiva, for example, easily tend to undergo malignant degeneration; LUNDGAARD (64) therefore suggests that they should always be removed.

Experience, then, has taught us that naevi pigmentosi and naevi pigmentosi et pilosi, small as well as large, are best treated with electro-coagulation and further that treatment should be commenced early as they otherwise may undergo malignant degeneration.

As an illustration of cases where first radium and then electro-coagulation was employed the following may be quoted.

L. K. 13/12. Girl, aged 6. At birth this patient had a brown-pigmented, slightly elevated naevus covered with small light-coloured hairs on both eyelids (left eye) and left cheek. It has not increased in size. Condition on admission, see fig. 18 a. Treatment by radium: preparation of 1 mgr ra. el. pr sqcm, 22 applications à 2 hours with filter 0.1 mm Ni, 4 sheets of paper, cotton-wool and »sterofil», 4 applications à 12 hours with  $1\frac{1}{2}$  mm extra Pb-filter and 2 applications à 20 hours with 1 mm extra Pb-filter. Treatment from  $26/1$  1912 to  $5/11$  1920. Four times there was an »inflammatory reaction of the 2nd degree» and twice reaction of the 3rd degree. The naevus epilated after 1914. In January 1924 her naevus shows only a slight discoloration, as compared with the condition 1912. 1924 the naevus was coagulated successively from the margin towards the centre. The treatment gives a beautiful scar, although of a slightly whiter colour than the normal skin and it is to be hoped that during continued coagulation ectropion may be avoided. Fig. 18 b and 18 c: condition after commencement of electro-coagulation.

#### Summary of Therapeutic Results at »Radiumhemmet»

*Haemangiomata*: 76 capillary, 138 superficial cavernous and 59 deep cavernous haemangiomata have obtained radiological treatment at »Radiumhemmet» 1909—1924 and been subsequently re-examined.

The radiological treatment has in most cases been carried out with radium and in a few cases with röntgen-rays. The author recommends the expectant mode of treatment induced by FORSELL, the main principle of which is the use of relatively weak doses at considerable intervals; each dose should as a rule be 20 % less than the erythemadose. The haemangiomata are carefully watched between

the treatments and the dose is not repeated until improvement has taken place. In many cases only one such treatment is required to initiate a process of healing which resembles the spontaneous mode of healing. With this mode of treatment a cosmetically more favorable result is obtained than by any other method in use.

In treatment by röntgenrays the dose has generally been  $\frac{1}{4}$  HED with a filter of 4 mm Al.

Each form of haemangioma has been divided into three groups: small, medium-sized and large. The cases have further been divided into 8 age-groups according to the age of the patient at the commencement of treatment. The therapeutic results have been classified under 5 headings: a) cosmetically restored, b) restored with atrophy, c) improved, d) improved with atrophy, e) unchanged.

The result of the radiological treatment of *haemangioma capillare* has been cosmetic restoration only in children during the first year of life and only in cases where the size of the haemangioma did not exceed  $10 \times 35$  mm. In more extensive haemangiomata capillaria the technique employed at »Radiumhemmet» has not led to cosmetically satisfactory results. It is desirable, that suitable cases should come for treatment as early as possible, preferably during the first year of life because this type of haemangioma seems to me to be more sensitive during the first year of life than later. A cautious distant treatment with Radium-howitzer might be tried in these cases.

All cases of *haemangioma stellate* (15 cases) have been cosmetically restored after thermo-puncture of their central capillaries.

Of *haemangioma cavernosum superficiale* 118 have been treated according to FORSELL's expectant method; about 70 % of these have been cosmetically restored and about 30 % improved. No case developed atrophies. In 14 % only one application was necessary to bring about cosmetic restoration. In 16 cases radium has been given in doses which produced »inflammatory reaction of the 2nd degree». Of these 30 % became cosmetically restored and 70 % developed atrophic changes. In 4 cases the radium doses produced »inflammatory reaction of the 3rd degree», 2 of which developed atrophies. Haemangiomata in the scalp have been successfully treated with FORSELL's method without causing permanent epilation.

Traumatic ulcerations of haemangiomata have also received immediate treatment without any complications arising. The result of the treatment is not influenced by the age of the child. *The haemangioma cavernosum frequently takes on a rapid growth during the first year of life and should therefore be treated during this time.* The size of the haemangioma does not effect the therapeutic result in any marked degree.

Of the 59 cases of *haemangioma cavernosum profundum* 45 have been treated according to FORSELL's expectant method. 28 of these became cosmetically restored and 17 improved. None of the cases developed any atrophic changes. Elimination of primary  $\beta$ -radiations by means of  $1/2$ —1 mm extra Pb-filter has proved of great importance for attaining a cosmetically satisfactory result. Whether there is any greater sensitiveness to radium, suitably filtered, during the first year of life than later, cannot be ascertained from the present cases, as they have been too few within each age-group. It would seem most appropriate, however, to commence the treatment as early as possible in the infancy.

Treatment by röntgen-rays has been employed in a small number of cases; improvement followed but no cosmetic restoration.

*Lymphangiomata:* 11 cases, subcutaneous and of the cavernous kind, have been treated. The treatment, given with 2—3 mm extra Pb-filter and producing »inflammatory reaction of the 2nd degree» caused cosmetic restoration in 2 cases. In those cases, where the treatment was given with 0.5 mm extra Pb-filter or 4 sheets of paper, cotton-wool and »sterofil», and where »inflammatory reaction of the 1st degree» followed, no obvious effect of the treatment could, on the whole, be observed. More intensive radiations, filtered through 3 or more mm Pb, can be obtained by the »Radium-howitzer»; sufficiently deep effect can probably be obtained by this apparatus with consequent disappearance of the lymphangioma and without the risk of secondary atrophic changes in the skin. The age of the patient does not seem to be of the same importance in lymphangiomata as in haemangiomata.

*Epidermal naevi:* Of these naevi pigmentosi and naevi pigm. et pilosi are the only forms that have been treated at »Radiumhemmet». 11 cases of the former and 35 of the latter were treated by radium. On subsequent re-examination the dose given is found to have produced »inflammatory reaction of the 2nd or 3rd degree» in those cases where a naevus of this form has been successfully removed. With such treatment there is the risk of complications in the form of secondary atrophies. No particular difference as regards sensitiveness to radium during different ages has been observed in these naevi. Electro-coagulation was substituted for treatment by radium in these naevi and in all cases cosmetic restoration was obtained, irrespective of the size of the naevus. As there is a risk of malignant degeneration of these naevi I think they should be treated as early as possible.

My gratitude is due to Professor G. FORSELL for the task allotted to me of collecting and investigating the cases of naevi at »Radium-



hemmet». I am also deeply grateful to him for the great interest he has shown in my work and for the valuable advice given me during the progress of my investigations.

My sincere thanks are further due to »Sällskapet för Medicinsk Forskning» for their financial aid in the reproduction of the photographic material. I further wish to thank Dr. R. SIEVERT for the careful measurements he has carried out at »Radiumhemmet» with reference to these investigations.

The translation into English has been executed by Dr. CARL WESTMAN.

### SUMMARY

After briefly reviewing the radiological treatment of naevi the author gives an account of their pathology and clinical manifestations. An account is given of the technique of treatment in general and that employed at »Radiumhemmet» in particular. During 1909—1924 treatment and careful re-examination has been carried out at »Radiumhemmet» of: 288 cases of haemangioma, 11 cases of lymphangioma, and 69 cases of epidermal naevi. The experiences gained from the treatment will be found recorded under the heading »Summary of Therapeutic Results».

### ZUSAMMENFASSUNG

Auf einen kurzen historischen Überblick über die radiologische Behandlung der Naevi folgt eine Darstellung ihrer Pathologie und Klinik. Verfasser bringt dann eine Schilderung der Behandlungstechnik im allgemeinen und der im Radiumhemmet gebräuchlichen. In den Jahren 1909—1924 sind am Radiumhemmet 288 Fälle von Hämangiom, 11 Fälle von Lymphangiom und 69 Fälle von epidermalen Naevi behandelt und genau nachuntersucht worden. Die gewonnenen Erfahrungen der Behandlung sind unter der Rubrik »Summary of Therapeutic Results» zu finden.

### RÉSUMÉ

A un court historique du traitement radiologique des naevi fait suite un exposé de leur pathologie et de leur clinique. L'auteur expose également la technique thérapeutique en général et telle qu'elle est appliquée au »Radiumhemmet». Au cours des années 1909—1924, 288 cas d'hémangiome, 11 cas de lymphangiome et 69 cas de naevus épidermique ont été traités au »Radiumhemmet» et ont été l'objet d'une surveillance ultérieure soignée. Les expériences acquises du traitement se retrouvent sous le titre »Summary of Therapeutic Results».

### REFERENCES

1. ABBE, R.: Radium and naevus. The urol. and cutan. review. B. 25. S. 65. 1921.
2. ADAMS, D. S.: Unusual cure of large haemangioma. Ref.: Zentr. f. Haut- u. G. B. III. S. 231. 1922.
3. ARTZ, L.—FUCHS, F.: Röntgenhauttherapie. S. 126. 1925.



4. BARCAT, J.: Die Radiumtherapie in der Dermatologie. Strahlentherapie. B. IV. S. 347. 1914.
5. BARJON, F.-JAPIOT: Le traitement radiothérapique des naevi formes indication et contraindications. Arch. d'électr. méd. 1912.
6. BARJON, F.: Réflexions sur le traitement des naevi vasculaires tubéreux par les rayons de Roentgen. Journal de radiol. et élect. B. 9. s. 15. 1925. Ref.: Zentr. f. Haut- u. G. B. XVII. S. 647. 1925.
7. BECK, A.: Zur Radiumbehandlung der Haemangiome. Münch. Med. Wochenschr. Jg. 68. Nr. 39. S. 1248. 1921.
8. BÉCLÈRE: Radiothérapie bei Tumoren der Haut. Ref.: Deutsch. med. Wochenschr. Nr. 41. S. 1912. 1911.
9. BETTMANN: Die Missbildungen der Haut. Die Missbildungen des Menschen und der Tiere von Schwalbe E. III. Teil. 2. Abteil. 7. Kap. S. 633. 1912.
10. BLUMENTHAL, F.: Strahlenbehandlung bei Hautkrankheiten. S. 215. 1925.
11. BONNET, L. M.: La cryothérapie en dermatologie. Lyon méd. B. 134. nr. 30. s. 101. nr. 31. s. 133. 1924.
12. BORST, M.: Pathol. Anat. v. Aschoff. B. I. S. 696. 1913.
13. BOUCHER: Les indications de l'électrolyse dans le traitement des angiomes. Jour. de radiol. et d'électrol. B. 9. s. 83. 1925. Ref.: Zentr. f. Haut- u. G. B. XVII. S. 790. 1925.
14. BROCCQ, L.: L'électrolyse en dermatothérapie. Ref.: Zentr. f. Haut- u. G. B. IV. S. 127. 1922.
15. BURNS, F.: Radium in the treatment of non-malignant diseases of the skin. »Radium». Vol. 3. s. 192. Oct. 1924.
16. BUSCHKE, A.: Über den nervösen Ursprung d. teleangiektatischen u. anämischen Naevi. Ref.: Zentr. f. Haut- u. G. B. I. S. 127. 1921.
17. MC CAFFERTY: Naevus flammeus, treated with the Kromayer light. Arch. of dermat. a. syphil. B. 10. nr. 3. s. 372. 1924.
18. CAR, A.: Ein Beitrag zur Behandlung des Lidhäangioms. Ref.: Zentr. f. Haut- u. G. B. XVI. S. 772. 1925.
19. CARTER, W.: The Roentg.-rays of the face and remarkable tumor. Liverpool med. institut. 17. XI. 1904.
20. CASTROVIEJO, RAMON: Beitrag zum Studium d. Angiombehandl. Ref.: Zentr. f. Haut- u. G. B. XII. S. 44. 1924.
21. CRAWFORD: Angioma. Arch. of dermat. and syphil. B. 13. s. 128. 1926.
22. CULVER, G.: A series of angiomas in babies. Arch. of dermat. a. syphil. B. 8. s. 769. 1923.
23. DARRICAN: Traitement des angiomes et des naevi. Ref.: Zentr. f. Haut- u. G. B. X. S. 151. 1924.
24. DA COSTA, S.: Über Häangiome. Ref.: Zentr. f. Haut- u. G. B. IX. S. 112. 1924.
25. DA CASTRO FREIRE, L.: Zur Behandlung der vielfachen Angiome und Naevi angiomatosi mittels Radium. Ref.: Zentr. f. Haut- u. G. B. XV. S. 425. 1925.
26. DEGRAIS, P.: Utilité et utilisation des rayons  $\beta$  du radium  $\beta$  thérapie. Ref.: Zentr. f. Haut- u. G. B. IX. S. 301. 1924.
27. DEGRAIS, P.—BELLOT, A.: Traitement des Angiomes. Extrait de La Clinique. Juin. 1924.
28. DU BOIS: Le traitement des Naevi pileux. Ref.: Zentr. f. Haut- u. G. B. V. S. 14. 1922.

29. ELLER: Portwine mark cured with the Kromayer light. Ref.: Zentr. f. Haut- u. G. B. V. S. 305. 1922.
30. —: Beretning fra Finsens Medicinske Lysinstitut. 1921.
31. FRASER, J.: The haemangioma group of endothelioblastoma. Brit. Journ. of Surgery. B. 7. nr. 27. p. 335.
32. FREUND (Wien): Ein mit X-Strahlen behandelter Fall von Naevus pig. pilif. Wiener klin. Wochenschr. nr. 31. S. 504. 1897.
33. FRITZWILLIAMS DUNCAN, C. L.: Naevi in children and their treatment. Ref.: Zentr. f. Haut- u. G. B. III. S. 232. 1922.
34. FUCHS, E.: Lehrbuch d. Augenheilk. S. 281. 1921.
35. GABRIEL: Experimentelle Untersuchungen über Einwirkung d. Rtg.-strahlen auf die Gefäße. 88. Versammlung Deutsch. Naturforsch. u. Aertze 1924. Münch. Med. Woch. S. 147. 1924.
36. GOCHT, E.: Behandlung d. gutartigen Neubildungen d. Haut. Handbuch d. Rtg.-lehre. 1921.
37. HARET: Traitement combiné pour un cas de naevus pileaire. Arch. d'électr. méd. p. 23. 1912.
38. HARTZELL, M. B.: Diseases of the skin. 1917.
39. HASLUND, P.: Über die Behandlung v. Hautkrankheiten mit Kohlensäure. Verh. d. zweiten Kongress. d. Nordischen Dermatol. Vereins. S. 15. Juni 1913.
40. HEYMAN, F.: Teleangiektatischer Naevus am rechten Auge. Ref.: Zentr. f. Haut- u. G. B. VI. S. 71. 1923.
41. JADASSOHN: Therapeutische Versuche mit Mesothorium u. Thorium bei Hautkrankheiten. Med. pharm. Bezirksver. Bern. 17. Dez. 1912. Korrespond.-bl. f. Schweizer Ärzte. H. 8. S. 243. 1913.
42. JESSNER: Lehrbuch der Haut- u. Geschlechtskrankheiten. B. I. S. 325. 1913.
43. JESSNER, M.: Über Doramadbehandlung in der Dermatologie. Klin. Wochenschr. Jg. I. Nr. 34. S. 1697. 1922.
44. JOLLE, W. H.: Die Strahlenbehandlung in der Dermatologie. Ref.: Zentr. f. Haut- u. G. B. III. S. 449. 1922.
45. JONES, JACK: Ultra-violet ray therapy in dermatology. Ref.: Zentr. f. Haut- u. G. B. XI. S. 119. 1924.
46. JONES, R.: 24 Fälle vin. Naevus. Ref.: Fortschr. a. d. Geb. d. Rtg. B. XIV. H. 4. S. 276.
47. JOSEPH, M.: Gutartige Neubildungen der Haut. Handbuch d. Hautkrankheiten von Mracek. Fr. B. III. S. 543. 1904.
48. JUTASSY, J.: Radiotherapie eines Naevus flammeus. Fortschr. a. d. Geb. d. Rtg. B. II. S. 213. 1899.
49. KAUFMANN, E.: Pathol. Anat. S. 1313. 1911.
50. KISSMEYER, A.: Die Herkunft der »Naevuszellen« durch das Dopa-Verfahren beleuchtet. Ref.: Zentr. f. Haut- u. G. B. I. S. 343. 1921.
51. KNOX, R.: Radiography and Radiotherapies. p. 520.
52. KOUJETZNY: Zur Pathologie der Angiom. Münch. med. Wochenschr. Nr. 5. S. 241. 1917.
53. KREN: Haemangioendotheliom. Münch. med. Wochenschr. Nr. 4. S. 120. 1912.
54. KREUGER, H.: Eine neue Behandlung der Hautangiome mit Kollodium. Ref.: Zentr. f. Haut- u. G. B. XI. S. 305. 1924.
55. KUMER, L.: Über die Radiumbehandlung der Gefässschwulste der Haut. Strahlentherapie. B. 15. S. 506. 1923.

56. LABORDE SIMONE: Curietherapie des naevi vascul. Ref.: Zentr. f. Haut- u. G. B. IV. S. 342. 1922.
57. LENK, R.: Das Indicationsgebiet der Rtg.-strahlen bei Hautkrankheiten, Strahlentherapie. B. XVI. S. 1130. 1924.
58. LEVEN, L.: Zwillingsforschung und Naevusaetiologie. Deutsch. med. Wochenschr. Jg. 50. Nr. 46. S. 1580. 1924.
59. LEVEN, L.: Korrelationszahlen und Naevusätiologie. Arch. f. Dermatol. u. Syph. B. 148. S. 614. 1925.
60. LEVY-DORN: Ein mit Rtg.-strahlen behandelter Naevus vasc. faciei. Berlin. klin. Wochenschr. B. I. S. 34. 1912.
61. LEUZ, F.: Zur Frage der Erbllichkeit der Muttermäler. Münch. med. Wochenschr. Jg. 71. S. 1365. 1924.
62. LOMBOLT, S.: Continued studies on the effect of the  $\alpha$  and  $\beta$  ray upon the skin. Verh. d. Nord. Dermat.-Verein. S. 168. Aug. 1924.
63. LORTAT-JACOB, L.: Teknik, Indikation etc. etc. Progr. med. Jg. 51. nr. 46. s. 588. nr. 47. s. 603. 1923.
64. LUNDSGAARD, K. K. K.: Nordisk lärob. i oftalm. s. 212. 1923.
65. MACKAY, H.: Naevi and their treatment with Radium. The Journ. of Radiology. Vol. 5. p. 305. 1924.
66. MARAGLIANO, DARIO: La cura degli estesi angiomi sotto cutanei della faccia col metodo di Morestin. Ref.: Zentr. f. Haut- u. G. B. XIX. S. 44. 1926.
67. MARTENSTEIN, HANS: Radium u. Mesothorium in der Dermatologischen Therapie. Klin. Wochenschr. Jg. 1. Nr. 26. S. 1312. 1923.
68. MASSEY, C.: Treatment of cavernous angiomata by electrolyses. Americ. Journ. of electrotherapy a. radiol. B. 38.
69. MATAONE: L'électro-coagulation dans le traitement du cancer. Ref.: Zentr. f. Haut- u. G. B. II. S. 494. 1921.
70. MAZZEI, AMEDEO: L'alcool nella cura degli angiomi delle palpebre. Ref.: Zentr. f. Haut- u. G. B. XVI. S. 192. 1925.
71. MAZZONI, L.: Beitrag zur Behandlung der Hauttumoren mit Rtg.-strahlen. Ref.: Zschr. f. Rtg.-kunde u. Radiumforsch. B. XII. S. 421. 1910.
72. MAZZONI, L.: La radium terapia degli angiomi. Ref.: Zentr. f. Haut- u. G. B. XIV. S. 445. 1924.
73. MAYER: Angioma of the larynx. Zentr. f. Chir. nr. 38. s. 873. 1917.
74. MEIROWSKY, E.: Über die Ursachen der Muttermäler. Münch. med. Wochenschr. Jg. 71. S. 1200. 1924.
75. —: Zwillingspathologie und Ätiologie der Muttermäler. Dermat. Wochenschr. B. 79. S. 973. 1924.
76. MEIROWSKY u. LEVEN: Tierzeichnung, Menschenscheckung und Systematisation der Muttermäler. Arch. f. Dermat. u. Syphil. B. 134. S. 1. 1921.
77. MINAMI, S. (Tokyo): A further report of the radium therapy upon angioma. Ref.: Zentr. f. Haut- u. G. B. X. S. 256. 1924.
78. MOISE, T.: The origin of haemangiectasis. Bull. of Hopkins Hosp. B. 31. nr. 356. s. 369.
79. MOLESWORTH, E. H.: The treatment of vascular naevi. Ref.: Zentr. f. Haut- u. G. B. VI. S. 437. 1923.
80. MORESTIN, M.: Traitement des angiomes étendres diffus ou pulsatiles de la face par les ligatures vasculaires et la fixation formole. Revue de chir. p. 137. 1914.
81. —: Angiome de la face. Arch. d'électr. méd. p. 355. 1914.

82. MORROW, H.—LAURENCE, R. TAUSSIG: Radium therapy of vascular naevi. *Americ. jour. of roentg. a. radiumther.* B. 10. s. 867. 1923.
83. MOSER, E.: Heisswassereinspritzungen bei Angiom. *Deutsch. med. Wochenschr.* Jg. 50. S. 915. 1924.
84. MÖLLER, MAGNUS: Naevusstudien. *Arch. f. Dermat. u. Syph.* B. 62. S. 55. 371. 1902.
85. DE NOBEL-GRAND: Zur Behandlung d. Naevus vasc. Ref.: *Fortschr. a. d. Geb. d. Rtg.* 1910.
86. NEWCOMET, W.: Treatment of angiomas with radium. *Americ. Jour. of Rtg.* p. 337. 1920.
87. NOVÁK, F. V.: Die Behandlung des Naevus flammeus durch Radium. Ref.: *Zentr. f. Haut- u. G.* B. XVIII. S. 552. 1925.
88. PFAHLER: Naevus. Ref.: *Fortschr. a. d. Geb. d. Rtg.* B. VIII. S. 140.
89. —: Treatment of angiomas with Radium. *Americ. Jour. of Rtg.* vol. VII. p. 345. 1920.
90. PINCH, H.: A Report of the Work carried out at the Radium-Institut. London. 1920. »Radium» vol. XVII. s. 87. 1921.
91. REDER: The treatment of angiomas by injection of boiling water. *Zentr. f. Chir.* nr. 15. s. 322. 1917.
92. RIECKE, E. *Lehrbuch d. Haut- u. Geschlechtskrankheiten.* 1920.
93. RIEHL-KUMER: Radium u. Mesothoriumtherapie d. Hautkrankh. 1924.
94. RIST, E.: Naevi. *La pratique dermatologique.* Besnier, Brocq, Jacquet Tome III. s. 559. 1902.
95. ROST, G. A.: *Hautkrankheiten.* Fachbücher f. Ärzte. B. XII. S. 350. 1926.
96. RUGGLES, H. E.: Calcification of angiomat. *Americ. Jour. of Rtg.* p. 512. 1919.
97. RULISON, R.—STAFFORD, MC. LEAN: The treatment of naevi with Radium. »Radium» vol. 2. p. 225.
98. RÜDISÜLE: Kosm. Unannehmlichkeiten bei Mesothoriumtherapie. *Strahlentherapie* B. XI. S. 1013. 1921.
99. SAALFELD, E.: Über Radium u. Mesothoriumbeh. bei Hautkrankheiten. *Allg. Med. Zentralztg.* H. 1. S. 24. 1913.
100. —: Ergebnisse 10. Fortschritte auf d. Gebiete der Kosmetik, Angiom. *Zentr. f. Haut- u. G.* B. III. S. 274. 1922.
101. SAMUEL, E. C.: Treatment of angiomas with Radium. *Americ. Jour. of Rtg.* vol. VII. s. 342. 1920.
102. SCHAUMAN, JÖRGEN: Über Radiumbehandlung von Hautkrankheiten. *Verh. d. zweiten Kongress. d. Nordischen Dermat.-Vereins.* S. 55. Juni 1913.
103. SCHILLER, A.: The treatment of skin with ultra-violet light. Ref.: *Zentr. f. Haut- u. G.* B. II. S. 172. 1921.
104. SCHMIDT, H. E.: Zur Strahlenbehandlung d. roten Muttermale. *Deutsch. med. Wochenschr.* Nr. 9. 1910.
105. —: Röntgentherapie. S. 193. 1920.
106. SCHMIDT, W.: The treatment of praecancerous and cancerous lesion in the mouth. Ref.: *Zentr. f. Haut- u. G.* B. XVIII. S. 153. 1924.
107. SELLEI, J.—FENYÖ, J.: Die Anwendung der Iontophorese in der Dermatologie. Ref.: *Zentr. f. Haut- u. G.* B. XV. S. 170. 1925.
108. SEMON, H.: The treatment of warts and moles. *Lancet* B. 20. S. 1359. 1925.

109. SIBLEY W. KNOWSLEY: The use of diathermy in dermatology. Ref.: Zentr. f. Haut- u. G. B. III. S. 351. 1922.
110. SIEMENS, H. W.: Familiäre Naevi vasculosi. Ref.: Zentr. f. Haut- u. G. B. VI. S. 324. 1923.
111. —: Untersuchungen über die Ätiologie der Naevi. Arch. f. Dermat. u. Syph. B. 145. S. 207. 1924.
112. —: Über die Ursachen d. Muttermäler. Entgegnung auf die vorstehende Kritik Meirow. Münch. med. Wochenschr. S. 1202. 1924.
113. —: Lässt sich die »keimplasmatische Naevustheorie« aufrechterhalten? Arch. f. Dermat. u. Syph. B. 148. S. 625. 1925.
114. SIMPSON, F. E.: »Radium Therapy«. p. 245. 1922.
115. —: Radium in the treatment of vascular naevi. Ref.: Zentr. f. Haut- u. G. B. XVIII. S. 156. 1924.
116. SLAVIK: Haemangiom u. ihre Selbstheilung durch Ulceration. Wiener klin. Wochenschr. Nr. 27. 1917.
117. STANSFIELD, F. J.: Diathermy or thermopenetration in the treatment of diseases. Ref.: Zentr. f. Haut- u. G. B. XVIII. S. 884. 1925.
118. STICKER, H.: Klin. Erfolge d. Ra- u. Mesothoriumtherapie. Strahlentherapie B. X. S. 708. 1920.
119. TRIER, KAJ: Behandlung von Angiomen mit Kohlenäureschnee und Elektrolyse. Ugeskrift f. Laeger Jg. 85. S. 474. 1923.
120. TROELL, A.: Ein Fall f. multiple Haemangioma cavern. Zentr. f. Chir. Nr. 22. 1917.
121. WAELSCH, L.: Unterempfindlichkeit der Haut gegenüber akutem Ekzem innerhalb eines Naevus teleangiectaticus. Ref.: Zentr. f. Haut- u. G. B. VII. S. 29. 1923.
122. WEIL: Über peritendinöse Angiom. Bruns Beiträge B. 88. H. 3.
123. —: Traitement des angiomes et des taches vin par la radiotérapie. Ref.: Ztschr. f. Rtg.-kunde u. Radiumfr. B. XII. S. 153.
124. —: Radiotherapie und Angiom. Ref.: Fortschr. a. d. Geb. d. Rtg. B. XVI. S. 407.
125. —: Die Behandlung v. Angiomen mit Rtg.-strahl. Ref.: Fortschr. a. d. Geb. d. Rtg. B. XVII. S. 112.
126. WICKHAM-DEGRAIS: Radiumtherapie. 1910.
127. WILMS: Lehrbuch d. Chirurgie. S. 209. 1915.
128. WIRZ, F.: Die Beseitigung von Teleangiektasien mittels Spitzbrenner in Iontophoretischer Anästhesie. Dermat. Wochenschr. B. 75. S. 793. 1922.
129. WISE: Portwine mark treated with the Kromayer light. Ref.: Zentr. f. Haut- u. G. B. V. S. 305. 1922.
130. WITH, C.: 4-jähriger Knabe mit angioartiger Affektion der Nasenspitze. Ref.: Zentr. f. Haut- u. G. B. I. S. 498. 1921.
132. WYOTH, G.: Endothermy in the treatment of accessible neoplastic diseases. Ann. of Surg. B. 79. S. 9. 1924.



## ZUR THERAPIE DES HAUTKREBSSES

von

Dr. J. Wetterer und Dr. F. Gaa

Es sei uns gestattet, im Folgenden über einen Fall von sehr ausgedehntem *Carcinoma cutis* zu berichten, in dem, durch eine offenbar glückliche Kombination verschiedener therapeutischer Methoden, das Verschwinden zahlreicher, den behaarten Kopf, Gesicht, Ohren, Hals und Nacken bedeckender Karzinomknoten herbeigeführt werden konnte.

Bei der Patientin, einer 47-jährigen Frau, hatten sich im Anfang des Jahres 1926 einzelne Knötchen — nach Angaben der Patientin 2—3 auf dem behaarten Kopfe und eines auf der Nase — gebildet, die ausser einem leichten Juckreiz, keinerlei Beschwerden verursachten und nur beim Frisieren störten, da der Kamm öfters dagegen stiess. Innerhalb der nächsten Monate sollen sich die Knötchen nicht nur stark vermehrt haben, sondern auch auffallend gewachsen sein. Als die Patientin am 22. April letzten Jahres in unsere Sprechstunde kam, stellten wir eine förmliche Aussaat von hirsekorn- bis haselnussgrossen, zum Teil fast Nussgrösse erreichenden, leicht verfärbten, teils mit der Haut verschieblichen, teils aber auch tieferen Schichten adhätierenden Knoten fest, von denen die grössten auf dem behaarten Kopfe lokalisiert waren, während sie nach den Augen, der Nase sowie beiderseits nach den Ohren zu an Grösse abnahmen. Die meisten Knoten liessen sich deutlich abgrenzen; doch sassen auch einzelne einem diffusen Infiltrat der Haut auf. Besonders waren es die kleinen Knötchen im Gesicht, hochrot und leicht bläulich schimmernd, die diese infiltrierte Basis aufwiesen. In diesem Stadium verursachte die Tumorbildung starken Juckreiz und Schmerzen. Von den Lymphdrüsen waren insbesondere die kleineren Nackendrüsen sowie die präaurikulären Drüsen geschwollen. Die Patientin sah schlecht aus und hatte erheblich an Körpergewicht verloren, so dass ihr Zustand den Eindruck einer beginnenden Kachexie machte.

Unsere Diagnose schwankte zwischen Mycosis fungoides u. Sarcomatosis cutis. Die sofort vorgenommene Probeexzision mehrerer Knötchen verschiedener Grösse führte die Klärung herbei. Die histologische Untersuchung des exzidierten Materials ergab — laut Mit-



teilung des pathologischen Institutes der Universität Heidelberg — dass es sich um ein *Krompechersches Basalzellenkarzinom der Haut* handelte, welches jedoch auffallend *wenig Mitosen* enthielt und keine besonders grosse Wachstumstendenz verriet. Die ziemlich plumpen Karzinomzapfen zeichneten sich durch die Abscheidung eines hyalinen oder schleimigen Produktes aus, durch die gelegentlich andeutungsweise Zystenbildung hervorgerufen wurde. Die Zystenbildung ist bekanntlich für diese Form der Geschwülste charakteristisch, weshalb diese Geschwülste auch als »drüsenartige Oberflächenepithelkarzinome« (adenogene, von Talg- oder Schweissdrüsen ausgehende) bezeichnet worden sind. Die Abscheidung des Hyalins kann sehr hochgradig werden, wodurch sich dann diese Tumoren von selbst in die Gruppe der sogenannten *Cylindrome* einreihen.

Aus diesen Ausführungen geht hervor, dass es sich um einen wenig radiosensiblen Typus handelte: geringe Zahl der Mitosen, geringe Wachstumstendenz, Zystenbildung mit schleimiger Sekretion, höherer Differenzierungsgrad des Tumorgewebes. Ausserdem hatte sich schon bei der Exzision gezeigt, dass nicht alle Knoten in der Cutis lagen, sondern teilweise auf das subcutane Gewebe und Fascien übergriffen. Bei den grösseren Knoten am Hinterkopfe war beginnender Gewebszerfall festzustellen. An eine Entfernung der Knoten mit dem Messer oder mittels Kaltkaustik konnte, bei der Ausbreitung des Leidens — es mögen weit über 300 Knoten u. Knötchen gewesen sein — natürlich nicht gedacht werden. Wir wählten daher von vornherein die Röntgentherapie, obschon wir uns, nach Lage der Dinge, keinen besonderen Erfolg davon versprachen. Das Bild, das sich uns nach dem ersten Bestrahlungszyklus und eingetretener Epilation des Kopfes bot, übertraf noch unsere Befürchtungen inbezug auf die Dichte der Aussaat. Die Wirkung der Bestrahlung auf die Knoten selbst war wenig ermutigend, von einer Verkleinerung der Geschwülste konnte kaum die Rede sein. Dem ersten Bestrahlungszyklus liessen wir nach 4 Wochen einen zweiten folgen, nachdem wir die Patientin darüber belehrt hatten, dass sie wahrscheinlich mit einem dauernden Verlust des Kopfhaares werde rechnen müssen. Die Technik der Bestrahlung war, wie beim ersten Male, die folgende: Im ganzen eine Erythemdosis, auf drei, durch je zwei Tage getrennte Sitzungen verteilt. Effektive Wellenlänge  $\lambda_{0,43} \mu_{Al}$  3.7, 140 Kv., Filter 3mm Al. Mit diesem zweiten Bestrahlungszyklus verbanden wir Injektionen von artgleichem Blutserum (WETTERER), abwechselnd mit Glykoseinjektionen<sup>1</sup> nach MEYER-Wien. Darauf schlossen wir die langzeitige,

<sup>1</sup> In der Behandlung der Psoriasis verspricht, nach des Verf. Erfahrung, die Kombination von Traubenzuckerinjektionen mit der Thymus-Thyreoideabestrahlung u. Doramadbeinselung Ausgezeichnetes zu leisten.



Fig. 1. Frau H. nach der Radioepilation (Ölbild).



Fig. 2. Frau H. nach der Radioepilation (Ölbild).

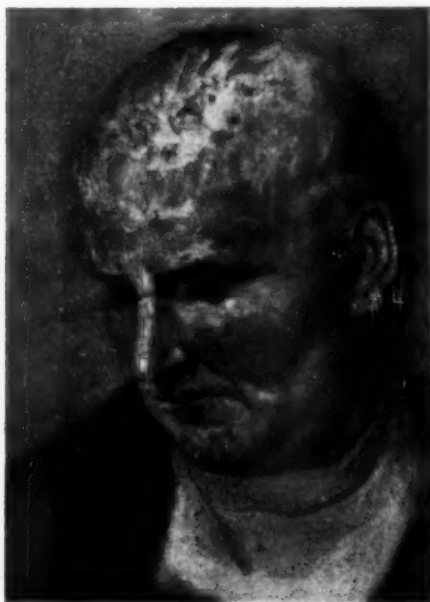


Fig. 3. Der gleiche Fall nach Beseitigung der Tumoren (Ölbild).

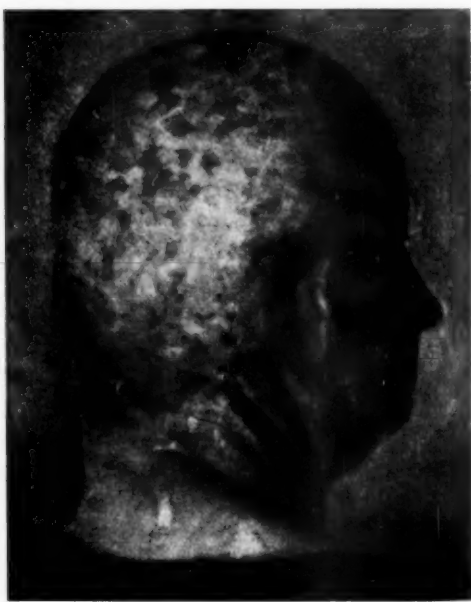


Fig. 4. Der gleiche Fall nach Beseitigung der Tumoren (Ölbild).



Fig. 5. Der gleiche Fall 4 Monate nach Abschluss der Behandlung (Photographie).

tiefreichende Elektrolyse sämtlicher Knoten und Knötchen an, die, der grossen Schmerzhaftigkeit wegen, in Lokalanästhesie ausgeführt wurde. Mit Beginn der dritten Bestrahlungsserie, also etwa 8 Wochen nach Einleitung der Behandlung, konnten wir uns von dem überraschenden Erfolge dieser Kombinationsmethode überzeugen. Nicht nur waren die kleinen Knötchen spurlos verschwunden, sondern auch die grösseren und grössten Knoten erwiesen sich als bis auf geringe Reste zusammengeschrumpft. Unter dem Einflusse des dritten Bestrahlungszyklus, der wiederum mit Blutserum- und Glykoseinjektionen verbunden wurde, schwanden die noch übriggebliebenen Tumoren völlig, sodass in den, dem letzten Bestrahlungszyklus folgenden Wochen, das ehemalige Krankheitsgebiet sich als eine ziemlich glatte, mit blassen, leicht vertieften Narben bedeckte Haut präsentierte. 3—4 Monate nach Beginn der Behandlung hoben sich die Narben nur noch als ganz zarte, weissliche Flecken von der übrigen Haut ab. Die Lymph-

drüsenschwellungen sind vollkommen verschwunden, das Haar, etwa 3 cm lang, ist am ganzen Kopf, wenn auch mit Ausnahme einiger lichter Stellen und Stellenchen, wieder gewachsen. Die Patientin, die unter ihrem Zustande schwer gelitten hatte, und ausser einer seelischen Depression durch anhaltende Schlaflosigkeit, heftigen Juckreiz sowie bohrende und stechende Schmerzen gequält worden war, befindet sich wieder vollkommen wohl und hat an Gewicht zugenommen.

### ZUSAMMENFASSUNG

In einem Falle von ausgedehntem Carcinoma cutis — über 300, von über den behaarten Kopf, Gesicht, Ohren, Hals und Nacken ausgebreiteter Knoten und Knötchen von wenig radiosensiblen Typus (adenogenes Ca mit geringerer Wachstumstendenz) gelang es, durch eine Kombinationsmethode, die aus fraktionierter Röntgenbestrahlung, Blutserum- und Glykoseinjektionen sowie langzeitiger, tiefer Elektrolyse bestand, sämtliche Knoten mit kosmetisch vorzüglichem Resultate zu beseitigen und völliges Wohlbefinden bei der bereits etwas kachektischen Patientin herbeizuführen.

### SUMMARY

The author describes a case of carcinoma of the skin — over 300 larger and smaller nodules of a type little sensitive to irradiation (adenogenetic cancer with only little tendency of growth) distributed over scalp, face, ears, throat and neck — where he succeeded in removing every nodule with a cosmetically excellent result and in completely restoring the patient, who had already become somewhat cachectic; this treatment consisted of a combination of fractional irradiation by röntgen-rays, injections of blood-serum and glycose and prolonged, deep electrolysis.

### RÉSUMÉ

Dans un cas de cancer cutané très étendu — plus de 300 nodules couvrant la figure, le cuir chevelu, la nuque, les oreilles et le cou — à type peu radiosensible (cancer adénogène, à croissance lente, peu de cellules en mitose, nodules durs au toucher) un traitement combiné de radiothérapie moyennement pénétrante à doses fractionnées, d'injections de sérum (WETTERER) et de glycose selon la méthode de MEYER de Vienne et d'électrolyse profonde, apporta la disparition complète de toutes les tumeurs, des adénopathies et le rétablissement prompt de l'état général de la malade.



## ÜBER DIE ELEKTRONENEMISSION FESTER OBERFLÄCHEN IN ABHÄNGIGKEIT VOM MATERIAL DES STRAHLERS UND DER QUALITÄT DER ERREGENDEN RÖNTGENSTRAHLEN

VON

H. Holthusen und O. Ascher

(Mit 2 Abbildungen und 8 Tabellen)

Seitdem zuerst von E. DORN im Jahre 1900 entdeckt worden war, dass Metalloberflächen, die von Röntgenstrahlen getroffen werden, den Ausgangspunkt einer Elektronenemission bilden, hat man im Laufe der Zeit die quantitativen Verhältnisse der sekundären Elektronenstrahlung von Metallen in Abhängigkeit von der Natur des Strahlers und der Strahlenqualität immer genauer kennengelernt. Die zunehmende Kenntnis von dem Bau der Atome und Moleküle und ihres Verhaltens bei der Absorption von Strahlung ist es vor allem gewesen, die uns die Erscheinung der Elektronenstrahlung im Zusammenhang mit der Röntgenstrahlenabsorption als eines der Grundphänomene verstehen gelehrt hat, die bei der Absorption von Strahlung in Materie zu beobachten sind.

Die Gesetze, von denen die aus bestrahlten Metalloberflächen austretende Elektronenstrahlung bestimmt wird, haben für die *medizinische Röntgenologie* in mehr als einer Hinsicht praktische Bedeutung. Einmal spielen sie in das Problem der praktischen Dosimetrie herein, indem bei kleinen Ionisationskammern die Abhängigkeit der Ionisationsgrösse von der Strahlenqualität durch die aus der Oberfläche der Kammerwandung austretenden Elektronenstrahlung entscheidend beeinflusst wird. Die Kenntnis der Gesetzmässigkeiten, welche die Grösse der Wandstrahlung in Abhängigkeit von der Zusammensetzung der Strahlen und dem Material der Kammer beherrschen, ist nicht nur für die Frage der Konstruktion geeigneter Kammern, sondern auch für die Frage des Einflusses der durch die Wand-

strahlung möglicherweise hervorgerufenen Fehlerquellen von wesentlicher Bedeutung. Die quantitativen Verhältnisse der aus Metalloberflächen austretenden Elektronenstrahlung bestimmen auch die Grenzen für die Erhöhung der biologischen Wirkung der Röntgenstrahlen im Gewebe durch Sekundärstrahlen-Sensibilisierung. Die Möglichkeit, durch Anwendung des von BARKLA zuerst vorgeschlagenen Prinzips der Einführung hochatomiger Substanzen in das Gewebe zur Auslösung wirkungssteigernder Sekundärstrahlung die biologische Wirkung der Röntgenstrahlen zu verstärken, ist früher vielfach überschätzt worden. Heute darf mit ziemlicher Sicherheit behauptet werden, dass, wenn sich eine sogenannte »Sekundärstrahlen-Sensibilisierung« überhaupt verwirklichen lässt, sie dann nicht durch die sekundären Wellenstrahlen hervorgerufen wird, sondern allein durch die sekundären Elektronenstrahlen. Umso wichtiger ist für die Deutung und Voraussage der hier möglicherweise erreichbaren Effekte die Kenntnis des Zusammenhanges zwischen Sekundärstrahlung und Sekundärstrahler in Abhängigkeit von seinem Material und der Qualität der erregenden Strahlung. Neben den älteren Untersuchungen, durch welche die Natur der Elektronenemission und ihre Abhängigkeit von Intensität und Strahlenqualität aufgezeigt wurden, liegen heute eine Reihe neuerer Arbeiten vor, in denen die Ergebnisse der Quantentheorie und der neueren Atomvorstellungen berücksichtigt wurden. Diese Arbeiten haben grosse Klarheit in die bei der Absorption, bei der Bildung der Photoelektronen und der Fluoreszenzstrahlen massgebenden quantitativen Beziehungen gebracht. Bei den älteren Arbeiten waren zumeist nur Strahlen mittlerer Härtegrade und zwar in der Regel die Eigenstrahlungen der Metalle niedrigen oder mittleren Atomgewichts benutzt worden. Aber auch bei den neueren Untersuchungen wurde der Umfang der untersuchten Strahlungen nicht bis in den Bereich sehr kurzer Wellenlängen ausgedehnt. Im Interesse einer Verwertung der Ergebnisse für die Praxis der Tiefentherapie wäre gerade die Kenntnis des Verhaltens bei sehr kurzwelliger Strahlung erwünscht. Treten doch gerade bei kurzwelligen Röntgenstrahlen als Erregerstrahlen durch die mit dem Compton-Effekt verknüpften Erscheinungen Komplikationen auf, welche die Extrapolation der mit Röntgenstrahlen mittlerer Härtegrade gewonnenen Resultate auf das Gebiet harter Röntgenstrahlen nicht zulassen, wenn die aus Metalloberflächen in Luft austretenden Elektronen gemessen werden sollen. Um die Ergebnisse für die praktische Röntgenologie auszuwerten, ist auch zu berücksichtigen, dass es sich um inhomogene Strahlengemische handelt, während die von prinzipiellen Fragestellungen ausgehenden Experimentaluntersuchungen nach Möglichkeit homogene Röntgenstrahlen verwenden. Die wenigen Unter-



suchungen, in denen mit den Strahlungsgemischen technischer Röntgenröhren gearbeitet wurde, die Arbeiten von ELLINGER und BERG, SHEARER und GEBBERT, geben, wie wir später sehen werden, noch keine hinreichende befriedigende Auskunft über die zur Erörterung stehende Frage.

*Eine umfassende Betrachtung des Problems der Abhängigkeit der sekundären Elektronenstrahlung aus Metallwänden von der Qualität der auslösenden Strahlung und der Qualität der Strahler, in welcher besonders die Gesetze der Quantentheorie und der neueren Atomtheorie, sowie die durch den Compton-Effekt bedingten Komplikationen berücksichtigt werden, soll im Folgenden unter Beibringung ergänzenden experimentellen Materials versucht werden.*

### Theorie

Es sollen zunächst die Gesetzmässigkeiten betrachtet werden, von denen die Elektronenemission aus einer festen Oberfläche abhängig ist. Dabei sind folgende Gesichtspunkte zu berücksichtigen:

I. Die Gesetze der *Absorption*.

II. Die Gesetze der *Emission* der Fluoreszenzstrahlung.

III. Der Umstand, dass es sich um einen *Oberflächeneffekt* handelt, der bei den herkömmlichen Messungen auf die gleichzeitige Wirkung der Röntgenstrahlen auf ein bestimmtes Luftvolumen bezogen wird.

IV. Die *Streuelektronenwirkung*.

V. Die *Inhomogenität* der technischen Röntgenstrahlen.

I. Als Quelle der Elektronenbildung kommt alle absorbierte Röntgenstrahlenenergie in Betracht. *Ceteris paribus* ist also die Elektronenstrahlung aus einem Körper seinem *Absorptionskoeffizienten* proportional.

Die absorbierte Röntgenstrahlenenergie setzt sich zusammen aus der beim Absorptionsakt im engeren Sinn aufgenommenen Energie und der beim Streuvorgang an die streuenden Elektronen abgegebenen Energie. Es wird davon ausgegangen, dass die Vorgänge der Elektronenbildung unabhängig von der chemischen Zusammensetzung und vom Aggregatzustand sind.

Die Absorptionsgesetze, wie sie besonders in Amerika in den letzten Jahren ausgearbeitet sind, geben die quantitativen Verhältnisse der Absorption im engeren Sinne wieder. Bei weichen und mittelweichen Röntgenstrahlen sind sie mit den Gesetzen der Gesamtabsorption identisch. Indem wir das Wesentliche der Absorptionsgesetze als bekannt voraussetzen (Zunahme der Massenabsorp-

tion mit der dritten Potenz der Wellenlänge, mit der dritten Potenz der Ordnungszahl; Einzelheiten s. bei KÜSTNER, Ergebnisse der Strahlenkunde, Band 1, Seite 175) folgern wir:

1. *Die Elektronenstrahlung wird um so stärker, je höher das Atomgewicht des Strahlers ist.*

2. *Die Elektronenstrahlung erfährt an der Absorptionskante eine sprungweise Steigerung.*

Mit zunehmender Härte der Strahlung muss bei der Betrachtung der Gesamtaborption die Streuabsorption mitberücksichtigt werden. Ihr Einfluss auf die quantitativen Verhältnisse der sekundären Elektronenstrahlung wird im Abschnitt IV besprochen.

II. Eine genauere Analyse des Absorptionsaktes zeigt jedoch, dass nur ein Teil der gesamten absorbierten Energie in Elektronenenergie umgewandelt wird. Wenigstens gilt das für die Absorption im engeren Sinne. Bei der später zu betrachtenden Streuabsorption wird dem Wesen des Vorgangs entsprechend nur der Teil als absorbiert gerechnet, der an die Streuelekttronen abgegeben und nicht als Wellenstrahl (Streustrahl) wieder ausgesendet wird. Bei der wahren Absorption dagegen decken sich die Begriffe Absorption und als Elektronenbewegung wieder erscheinende Energie nicht. Ein Teil der von den Elektronen absorbierten primären Wellenstrahlenenergie wird in charakteristische sekundäre Wellenstrahlung transformiert. Die experimentellen Untersuchungen über die quantitativen Verhältnisse von Elektronenstrahlung und Fluoreszenzstrahlung in ihrer Beziehung zur Absorption der erregenden Röntgenstrahlen, wie sie schon vor längerer Zeit von englischen Physikern angestellt worden sind, haben im grossen und ganzen zu dem Resultat geführt, dass die Summe der in Elektronenstrahlung und in Fluoreszenzwellenstrahlung umgewandelten Energiemenge etwa der absorbierten Röntgenstrahlung entspricht. Dabei soll die Frage offen bleiben, ob wirklich alle absorbierte Röntgenstrahlenenergie abgesehen von dem in Wellenstrahlung transformierten Bruchteil, von dem gleich noch die Rede sein wird, in Elektronenenergie umgewandelt und letzten Endes zur Elektrizitätsträgerbildung oder zur Ionenbildung, wie man sich gewöhnlich ausdrückt, verwandelt wird. Nach neueren Arbeiten — ich nenne nur die Namen GREBE und KUHLENKAMPFF — ist die Ionisation, anders als man es noch bis vor kurzer Zeit annahm, der absorbierten Röntgenstrahlenenergie in einem weiten Bereich verschiedener Wellenlängen proportional.

Der energetische Zusammenhang zwischen Elektronenstrahlung und Fluoreszenzstrahlung ist durch unsere heutige Kenntnis der Energieverhältnisse im Atom, wie sie sich besonders der Absorption von Strahlung gegenüber manifestieren, recht gut geklärt. Sie im

einzelnen auseinander zu setzen, erübrigt sich, da bereits eine ganze Reihe zusammenfassender elementarer Darstellungen über die Beziehungen zwischen Atombau und Strahlungsabsorption vorliegen.

Das wesentliche der hier gewonnenen Erkenntnis besteht darin, dass bei der wahren Absorption die gesamte in einem Strahlungsquant enthaltene Energie an das absorbierende Elektron abgegeben wird. Die Beschleunigung, welche das absorbierende Elektron so erhält, entspricht jedoch nicht der gesamten Energie des absorbierten Strahlungsquants, sondern ist vermindert um den Betrag der *Abtrennungsarbeit*, die dazu nötig ist, um das betreffende Elektron aus seiner Bahn (seinem Energieniveau) bis an die Peripherie des Atoms zu bringen. Die lebendige Kraft des in Bewegung gesetzten Elektrons entspricht nicht der Grösse des Quantums  $h\nu$  sondern der Differenz  $h\nu - A$ . Die Abtrennungsarbeit  $A$  ist umso grösser, je fester das absorbierende Elektron an den Kern gebunden ist, in dem  $K$ -Ring grösser als im  $L$ -Ring und bei einem Atom höherer Stellenzahl grösser als bei einem solchen niedriger Ordnungszahl. Das Atom, welchem das absorbierende Elektron angehörte, ist, nachdem es das Strahlungsquant absorbiert und das Photoelektron emittiert hat, um den Betrag der Abtrennungsarbeit energiereicher geworden; es ist, wie man sich ausdrückt, *angeregt* worden. Indem Elektronen von äusseren Schalen (Energieniveaus) den im Inneren des Atoms freigewordenen Platz besetzen, wird Fluoreszenzwellenstrahlung nach aussen abgegeben. In Übereinstimmung mit diesen Vorstellungen hat sich gezeigt, dass die aus einem mit einer homogenen Röntgenstrahlung bestrahlten Metall (z. B. Silberblech, das mit der  $K$ -Strahlung des Wolframs bestrahlt wird) austretenden Elektronen ganz bestimmte durch die Energieunterschiede in den Elektronenschalen des Silberatoms vorgezeichnete diskrete Geschwindigkeiten haben, wie sie z. B. DE BROGLIE im magnetischen Spektrum wiedergefunden hat.

Man kann die Absorption in einem Atom auffassen als Summe der Absorptionen seiner einzelnen Elektronenschalen (Energieniveaus). Im Silberatom absorbieren z. B. bei einer Strahlung von  $0.5 \text{ AE}$ . alle Elektronenschalen mit Ausnahme der  $K$ -Schale. Bei  $0 \text{ AE}$ . erreicht die Energie der Strahlenquanten den Betrag, der nötig ist, um auch die Elektronen der  $K$ -Schale aus der Anziehungssphäre des Kernes herauszubringen. Damit steigt die Absorption plötzlich erheblich an. Wir haben die Absorptionskante des Silbers überschritten. Der Betrag, um welchen die Absorption an der Absorptionskante grösser wird, beträgt beim Silber nach ALLEN das 7.5-fache. Mit zunehmender Ordnungszahl wird der Absorptionssprung kleiner, nach ALLEN fällt er von 8.0 beim Kupfer auf 4.1 beim Wismut.

Im Gegensatz zu der *unstetigen* Änderung der Absorption an

der Erregungskante der  $K$ -Emission, müssten wir nach dem Grundgesetz für die Energieaufnahme seitens der Photoelektronen  $h\nu - A = E$  eine *stetige* Änderung der Elektronenemission an der Erregungsgrenze der Fluoreszenzstrahlung erwarten. Denn gerade an der Erregungsgrenze ist die Differenz  $h\nu - A$  unendlich klein und wächst bei abnehmender Wellenlänge erst allmählich in dem Masse, wie  $A$  hinter dem zunehmenden  $h\nu$  zurückbleibt. Dem widersprechen jedoch die tatsächlichen Beobachtungen, die vielmehr auch für die Elektronenemission an der Erregungsgrenze eine plötzliche Zunahme, also eine *unstetige* Änderung ergeben.

Der Grund dafür liegt, wie die Untersuchungen der letzten Jahre ergeben haben, darin, dass die Atome für die in ihnen entstehende Fluoreszenzstrahlung eine besonders grosse Absorption besitzen. So wenigstens kann man den Vorgang umschreiben, der darin besteht, dass aus einem Atom, dessen  $K$ -Ring angeregt ist, aus dem also ein Quantum  $K$ -Strahlung ( $h \cdot \nu_k$ ) ausstrahlen sollte, nicht diese ausgesendet wird, sondern ein weiteres Elektron mit der freien Energie ( $h \cdot \nu_k - L$ ) aus dem  $L$ -Ring abgeschleudert wird. Die auf diese Weise gebildeten Photoelektronen bezeichnet man auch als »Photoelektronen zweiter Art«. Ein solches Atom hat dann 2 Elektronen abgegeben, bei deren Rückbildung natürlich ebenfalls Fluoreszenzstrahlung aber die wesentlich weichere  $L$ - bzw.  $M$ -Strahlung ausgesendet wird.

Auch über die Grösse des Prozentsatzes der  $K$ -Strahlung, die in dem emittierenden Atom wieder absorbiert wird, liegen schon einige Messungen vor. Es scheint danach, dass die innere Absorption bei Atomen mit niedriger Ordnungszahl grösser ist als bei den Elementen mit hohem Atomgewicht. Nach den Messungen von BARKLA und DALLAS beträgt die innere Absorption beim Brom etwa 40 %. Nach Rechnungen, die BOTHE ausgeführt hat, sinkt sie beim Blei auf 10 %.

Wir folgern aus den Überlegungen dieses Abschnittes:

*Die Elektronenemission erleidet an der Absorptionskante eine sprungartige Zunahme. Die plötzliche Zunahme ist bedingt durch das Anwachsen der Absorption in Verbindung mit der inneren Absorption der Fluoreszenzstrahlung im Atom.*

*Die Zunahme der Elektronenemission an der Absorptionskante bleibt hinter der Zunahme der Absorption erheblich zurück, und zwar um den Betrag, der als Fluoreszenzstrahlung ausgesendet wird.*

III. In unseren bisherigen Betrachtungen wurden nur die Verhältnisse der Absorption und Elektronenemission in dem absorbierenden Atom ohne Rücksicht auf die geometrischen Bedingungen der Messung betrachtet. Wir müssen uns jetzt die Frage vorlegen, welche Sonderbedingungen dadurch gegeben sind, dass die aus der Ober-

fläche eines festen Körpers austretende Elektronenstrahlung gemessen werden soll. An der Emission der Photoelektronen und der Streuelektronen beteiligt sich eine bestimmte wirksame Schicht, deren Durchmesser der Reichweite der Elektronenstrahlen proportional ist. Nehmen wir das LENARD'sche Massenproportionalitätsgesetz als gültig an, wonach die Durchdringungsfähigkeit von Elektronenstrahlen der Dichte umgekehrt proportional ist, so können wir sagen, dass sich bei verschiedenen Substanzen stets der Dichte umgekehrt proportionale Schichtdicken an der Elektronenemission beteiligen. In diesen Schichtdicken ist die Zahl der absorbierten Röntgenstrahlenquanten dem Massenabsorptionskoeffizienten der betreffenden Substanz für Röntgenstrahlen proportional. *Wir folgern daraus, dass ceteris paribus die Elektronenemission aus einer Wandoberfläche dem Absorptionskoeffizienten des Wandmaterials für Röntgenstrahlen proportional ist.* Während aber das für die Luftionisation massgebende Volumen durch die Abmessungen der Kammer ein für alle mal gegeben ist, wächst die an der Wandemission beteiligte Schichtdicke mit der Reichweite der Photoelektronen.

*Aus diesem Grunde nimmt die Wandelektronenstrahlung eines bestimmten Wandmaterials bei Änderung der Strahlenqualität der Reichweite proportional zu.*

Da unsere Untersuchungen sich nur mit der Frage nach der Änderung der Elektronenemission mit der Härte bzw. mit der Ordnungszahl beschäftigen, so bleibt die Erörterung der Frage, welcher Bruchteil, der insgesamt in der wirksamen Schicht gebildeten Elektronen die Oberfläche erreicht, ganz beiseite.

Über die Änderung des Durchdringungsvermögens der von Röntgenstrahlen ausgelösten Photoelektronen mit der Wellenlänge der Erregerstrahlung sind die Angaben noch widersprechend. WHIDDINGTON kam früher zu dem Resultat, dass der Absorptionskoeffizient für die von Röntgenstrahlen ausgelösten Elektronen der vierten Potenz ihrer Geschwindigkeit proportional sei. Wenn nach den Energiegesetzen die Geschwindigkeit der Photoelektronen proportional mit der Wurzel aus der Schwingungszahl wächst, oder wie man angenähert sagen kann, proportional mit der Wurzel aus der Spannung, durch welche die Röntgenstrahlen erzeugt werden, so würde die Reichweite der Elektronen proportional mit dem Quadrate der Spannung anwachsen müssen. Dem scheinen neueste Untersuchungen von COOLIDGE zu widersprechen. Nach COOLIDGE, der die Reichweite der schnellen Elektronenstrahlen in Luft von Atmosphärendruck untersuchte, ist diese Reichweite eine lineare Funktion der angelegten Netzspannung und lässt sich für die durch ein Aluminiumfenster von 0,025 mm Dicke austretenden Elektronenstrahlen darstellen durch die lineare Gleichung:

Reichweite in cm =  $0,0254 \text{ kV} - 17,8$ .



Die Angaben von COOLIDGE beziehen sich nur auf die Reichweite der schnellen Elektronenstrahlen, d. h. der Photoelektronen in Luft. Um ein vergleichbares Mass für die Durchdringungsfähigkeit der Elektronenstrahlen bei verschiedenen Stoffen und unter wechselnden Bedingungen zu haben, müsste man ihre Reichweite in einer Substanz von der Dichte 1 kennen. Unter der Annahme der Gültigkeit des Massenproportionalitätsgesetzes lässt sich diese Umrechnung jederzeit vornehmen.

Um die Intensität der aus der Oberfläche der Wand austretenden Elektronenstrahlung für verschiedene Strahlenqualitäten vergleichen zu können, beziehen wir sie auf die Ionisation in einem bestimmten Luftvolumen, etwa in der Ionisationskammer, die wir mit verschiedenen Wandmaterialien umgeben.

Es ist im Zusammenhang mit der Frage der Messung der reinen Luftionisation häufig auseinandergesetzt worden, unter welchen Bedingungen auch in einer endlich begrenzten Ionisationskammer die reine Luftionisation gemessen werden kann. Zuerst sind von BECKER und HOLTHUSEN die quantitativen Beziehungen zwischen dem Ausfall an Luftionisationswirkung in der Gegend der Ein- und Austrittsstelle des Röntgenstrahlenbündels und der zusätzlichen Wandstrahlenwirkung rechnerisch erfasst und das experimentell bestätigte Resultat erhalten worden, dass sich unter bestimmten Voraussetzungen beide gegeneinander ausgleichen. Unter Weiterführung dieser Überlegungen hat besonders GLASSER darauf hingewiesen, dass ein Ausgleich zwischen Defizit der Luftstrahlung und Wandwirkungsbeitrag immer dann, und zwar unabhängig von der Wellenlänge der Röntgenstrahlung und der Dichte des Wandmaterials, gegeben ist, wenn die effektive Atomnummer des Wandmaterials die gleiche ist wie die der Luft. In diesem Falle ist es so, als wenn überhaupt keine Wandstrahlung vorhanden wäre. Die Möglichkeit, in einer Fasskammer die reine Luftionisation messen zu können, beruht bekanntlich auf der Gültigkeit dieses Prinzips des Ausgleichs zwischen Elektronendefizit der Luft und zusätzlicher Elektronenstrahlung der Wand. Daraus ergibt sich, dass eine zusätzliche Wandstrahlung sich nur dann geltend macht, wenn der Massenabsorptionskoeffizient des Wandmaterials den effektiven Massenabsorptionskoeffizienten der Luft übertrifft.

*Die durch Ionisationsmessung bestimmte Elektronenstrahlung einer gegen einen Luftraum grenzenden Wand ist nicht dem Absorptionskoeffizienten des Wandmaterials schlechthin proportional, sondern der Differenz des Absorptionskoeffizienten von Wandmaterial und Luft.*

$$(\mu/e_w - \mu/e_l)$$



IV. Der Umstand, dass die Elektronenstrahlung, um sie überhaupt bei verschiedenen Röntgenstrahlenqualitäten vergleichen zu können, in der Regel auf die Ionisation *in der Luft* bezogen wird, hat noch eine weitere Folge: Die Betrachtungen des letzten Abschnittes führten zu dem Schluss, dass die Wandstrahlung mit der Härte der erregenden Röntgenstrahlen zunimmt. Aber dies gilt nur so lange sich die Absorption in dem Wandmaterial und in der Luft mit der Wellenlänge *proportional* ändert. Wenn dies auch für die Absorption im engeren Sinne gültig ist, so ist es, wie wir schon sahen, nicht mehr der Fall, wenn auch die Streuabsorption mitberücksichtigt werden muss. Und zwar macht sich der Einfluss der Streuabsorption, die in erster Annäherung von der Ordnungszahl des absorbierenden Körpers unabhängig ist, prozentualer umso stärker geltend, je geringer die wahre Absorption, d. h. je niedriger die Ordnungszahl des Absorbers ist.

Über die Grösse des Anteils der Streuelektronen bei der Gesamtionisation der Luft in Abhängigkeit von der Wellenlänge liegen noch keine ausreichenden Angaben vor. Nach BOTHE wird ihr Einfluss erst bei Strahlungen von etwa 50 kV an merkbar, um dann rasch anzusteigen. Ähnliches geht aus den Messungen von COMPTON und SIMON hervor. Legt man die Bestimmungen, die diese Autoren über die Reichweite der Streuelektronen mit der WILSON'schen Nebelmethode in Luft bei verschiedenen gefilterten inhomogenen Strahlungen machten, einer Berechnung der relativen Energie der Streu- und Photoelektronen zugrunde<sup>1</sup>, so kommt man zu dem Resultat, dass erst bei einer Strahlung mit der effektiven Wellenlänge von 0,13 Å. E. auch nur  $\frac{1}{4}$  der Gesamtionisation den COMPTONElektronen zuzuschreiben ist und bei 0,2 Å. E. wenig mehr als 1 % der Ionisation durch Streuelektronen hervorgerufen wird. Doch tragen diese Angaben, aus denen sich ein sehr rasches Anwachsen der Streuionisation mit der Härte ergibt, durchaus provisorischen Charakter.

Der Einfluss der Streuabsorption auf den Verlauf der Gesamtabsorption bei abnehmender Wellenlänge ist schematisch in dem Diagramm der Abbildung 1. für Luft und ein Metall von mittlerem Atomgewicht wiedergegeben. In der logarithmischen Darstellung entspricht

<sup>1</sup> Aus der von COMPTON und SIMON experimentell bestimmten mittleren Reichweite der Rückstosselektronen wurde mit Hilfe der von WILSON aufgestellten Beziehung, dass die Reichweite eines Elektronenstrahls gleich  $kV/44$  in mm ist,  $kV$  als Äquivalent der Energie berechnet und aus dem ebenfalls experimentell ermittelten Verhältnis der Zahl der Rückstosselektronen zur Zahl der Photoelektronen bei verschiedenen Strahlenqualitäten unter Berücksichtigung der Voltgeschwindigkeit der Photoelektronen das Verhältnis der Gesamtenergie von Streu- und Photoelektronen bestimmt.

der Absorptionsverlauf, wie er durch die Gesetze der wahren Absorption bestimmt wird, einer Geraden. Die zusätzliche Streuabsorption, die als Korrektur anzubringen ist, bedingt eine Verlangsamung in der Abnahme der Gesamtaborption mit der Wellenlänge, die sich bei der Luft prozentual wesentlich stärker geltend macht als in dem Metall von mittlerem Atomgewicht. Die Realität dieser Kurven hat sich übrigens experimentell bestätigen lassen. Der Franzose DOGNOX hat die Ionisation von Luft und Schwefeldioxyd bei verschiedenen Härtegraden mit einander verglichen und gefunden, dass das Verhältnis der Ionisation von  $SO_2$  und Luft von den Werten 8,3 bei  $\lambda = 0,7 \text{ \AA. E.}$  auf den Wert 5 bei  $\lambda = 0,22 \text{ \AA. E.}$  absinkt. Die Beweiskraft dieser experimentellen Daten scheint mir dadurch nur zu gewinnen, dass sie von dem Verf., der die zugrunde liegenden physikalischen Vorgänge der

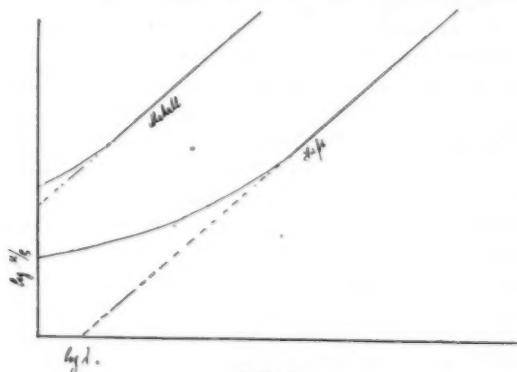


Abb. 1.

Einwirkung der Streuabsorption nicht berücksichtigt hat, in anderer Weise gedeutet werden.

Wenn aber im Gebiet harter Röntgenstrahlen auch ausserhalb des Gebietes der selektiven Absorption für Körper von merklich verschiedener effektiver Atomzahl keine Proportionalität in der Gesamtaborption der Röntgenstrahlen besteht, sondern die Absorption in höher atomigen Körpern mit der Wellenlänge relativ rascher abnimmt als in der Luft, so muss ceteris paribus bei zunehmender Strahlenhärte die Elektronenemission aus höher atomigen Körpern geringer werden, wenn die durch sie hervorgerufene Ionisation auf die Ionisation der Luft bezogen wird. In den Abschnitten III und IV lernten wir zwei gegensätzliche Effekte kennen, von denen der erste, die Beteiligung zunehmend grösserer Schichtdicken an der Elektronenemission betreffend, ein Anwachsen der Elektronenemission mit der Härte zur Folge hat,

der zuletzt besprochene eine *Abnahme* der Elektronenemission mit der Härte bedingt. Um die Einflüsse der verschiedenen bei der Elektronenemission aus festen Oberflächen massgebenden Faktoren gegen einander abzuwägen, versuchen wir, die Resultate unserer Überlegungen noch in eine formelmässige Darstellung zu bringen.

Wir fassen dazu das in den Abschnitten I bis IV Ausgeführte wie folgt zusammen:

Aus Abschnitt I und III ergibt sich die Proportionalität der Elektronenemission mit dem »Überschuss der Wandabsorption«; aus Abschnitt II die Proportionalität mit dem Bruchteil der absorbierten Quantenenergie, der in Elektronenbewegung umgewandelt wird. Indem wir das in Abschnitt III besprochene Prinzip der Ergänzung von Wandwirkung und Defizit der Ausnutzung in der Luft auch auf die Streuelektronen anwenden und berücksichtigen, dass grössenordnungsweise die Streuabsorption in der Luft und im Wandmaterial besonders bei kurzwelligen Strahlen, bei denen die Streuelektronen merklich zu werden beginnen, die gleiche ist, stellen wir fest, dass unter dieser Voraussetzung eine überschüssende Streuelektronenwirkung nicht in Betracht kommt und können daher die aus der Wand austretenden Streuelektronen unberücksichtigt lassen (vgl. aber dazu S. 72).

Nach Abschnitt III ist Proportionalität der Wandemission mit der Reichweite der Elektronen zu fordern. Schliesslich ist die gesamte Elektronenemission aus der Wand, die wir durch die von ihr hervorgerufene Ionisation messen wollen, auf die Ionisation der Luft zu beziehen, die ihrerseits dem Massenabsorptionskoeffizienten der Luft proportional ist und zu der, wie wir sahen, die Rückstosselektronen einen gewichtigen Beitrag liefern. Sie ist in unserer Rechnung der Summe aus dem Massenstreuoeffizienten und dem Bruchteil der in Rückstosselektronenenergie umgewandelten Streuabsorption proportional. Es ergibt sich danach in Worten folgende Gleichung:

Die Elektronenemission aus einer festen Oberfläche ist proportional der Reichweite der Elektronen sowie dem Überschuss der Wandabsorption (Bruchteil der in Elektronenenergie umgewandelten Quantenenergie), umgekehrt proportional der Luftabsorption (Bruchteil der in Elektronenenergie umgewandelten Quantenenergie) vermehrt um den Betrag der Streuabsorption der Luft (Bruchteil der in Rückstosselektronen umgewandelten Energie).

Für die *Reichweite*  $R$ , womit die Reichweite der Elektronen einer Substanz von der Dichte 1 bezeichnet werden soll, und ihre Änderung mit der Wellenlänge existieren, wie im Abschnitt III auseinandergesetzt, noch keine eindeutigen Beziehungen. Nach WHIDDINGTON und C. T. R. WILSON besteht Proportionalität des Absorp-

tionskoeffizienten, durch den früher nach dem Vorgange von LENARD das verschiedene Durchdringungsvermögen der Elektronenstrahlen ausgedrückt wurde, mit der vierten Potenz der Geschwindigkeit ( $v^4$ ) oder was dasselbe bedeutet, mit dem Quadrat der Spannung, die zur Erzeugung der Röntgenstrahlen diente, ( $v^2$ ); nach COOLIDGE für schnelle Elektronenstrahlen bei Atmosphärendruck Proportionalität der Reichweite mit der Spannung  $V$  oder mit den Quadrat der Geschwindigkeit  $v^2$ . Legen wir die Tabellen zugrunde, die LENARD für die Änderung der Absorption mit der (Volt-)Geschwindigkeit der Kathodenstrahlen, mit denen die Elektronenstrahlen ihrem Wesen nach identisch sind, zusammengestellt hat, so finden wir eine Abnahme des Absorptionskoeffizienten und dementsprechend eine Zunahme der Reichweite, die etwas langsamer erfolgt als das Quadrat der Spannung.

Der *Überschuss der Wandabsorption* ergibt sich, nach dem, was in Abschnitt III auseinander gesetzt wurde, als Differenz der Massenabsorptionskoeffizienten des Wandmaterials ( $\alpha/e_w$ ) und der Luft ( $\alpha/e_L$ )

Um den *Bruchteil der in Elektronenenergie umgewandelten Röntgenenergie* festzustellen, folgen wir der Darstellung von BOTHE (Handbuch der Physik 1926, Bd 23). Wir beschränken uns auf die Analyse bei der  $K$ -Absorption und nehmen an, dass die im  $L$ - bzw.  $M-N$ -Ring absorbierte Röntgenstrahlenenergie völlig in Elektronenenergie umgesetzt wird. Wir können das in allen den Fällen ohne zu grosse Ungenauigkeit tun, in denen wir von der  $L$ -Erregungsgrenze weit genug entfernt sind. Im übrigen gelten in der Nähe der  $L$ -Erregungsgrenze aller Voraussicht nach dieselben Überlegungen, die für die  $K$ -Grenze anzustellen sind. Die Absorption setzt sich additiv zusammen aus den Absorptionen in den einzelnen Elektronenringen. Wir betrachten den Fall, dass wir uns gerade an der Erregungsgrenze der  $K$ -Strahlen befinden, dass also die (homogene) Primärstrahlung gerade die Härte erreicht, durch welche die  $K$ -Strahlung erregt wird. Wenn die Absorption an der  $K$ -Erregungsgrenze auf das  $a$ -fache steigt, so

besagt das, dass von der Gesamtaborption der Bruchteil  $\frac{a}{a+1}$  auf

die Absorption im  $K$ -Ring, der Bruchteil  $\frac{1}{a+1}$  auf den  $L$ -Ring, bzw.

die äusseren Ringe entfallen. Von der im  $K$ -Ring absorbierten Energie wird von vornherein nur der Bruchteil  $h \cdot \nu - K$  in Elektronenenergie umgesetzt, wo  $h \cdot \nu$  das Wirkungsquantum der Erregungsstrahlung darstellt und  $K$  die Energie des  $K$ -Niveaus bedeutet, die als »Abtrennungsarbeit« zur Ablösung des  $K$ -Elektrons aufgewendet werden muss.  $K$  ist gleich  $h \cdot \nu_K$ , der Grösse des Energiequants der aus-

gesendeten  $K$ -Fluoreszenzstrahlung. Ein Teil der Quanten  $h \cdot \nu_K$  wird, wie im Abschnitt III auseinandergesetzt, in dem Mutteratom bereits wieder absorbiert (innere Absorption), sodass nur der Bruchteil  $w$  als Fluoreszenzstrahlung nach aussen entweicht, während der Bruchteil  $(1-w) h \nu_K$  in Elektronenenergie umgesetzt wird. Insgesamt wird also von jedem Quant  $h \cdot \nu$  der Primärstrahlung der Anteil

$$h \cdot (\nu - \nu_K) + (1-w) h \cdot \nu_K = h (\nu - w \nu_K) = E$$

als Elektronenausbeute gewonnen. Die Elektronenausbeute ist danach im  $K$ -Ring für jedes absorbierte Quant  $h \nu - h (\nu - w \nu_K)$  oder indem

wir  $\nu = \frac{c}{\lambda}$  setzen ( $c$  = Lichtgeschwindigkeit,  $\lambda$  = erregende Wellenlänge)  $E = 1 - w \frac{\lambda}{\lambda_K}$ . Von der gesamten an der  $K$ -Erregungsgrenze absorbierten Energie wird also der Bruchteil

$$\frac{a}{a+1} \left( 1 - w \frac{\lambda}{\lambda_K} \right) + \frac{1}{a+1}$$

als Elektronenausbeute gewonnen. Zu bemerken ist, dass  $a$  für Werte von  $\mu/\rho$  unterhalb der  $K$ -Erregungsgrenze  $= 0$  wird.

Zu einer formelmässigen Darstellung der Ausbeute an Rückstoss-elektronenenergie ( $RA$ ) als Funktion der Wellenlänge der Röntgenstrahlen reichen unsere Kenntnisse noch nicht aus. Immerhin besitzen wir einige experimentelle Unterlagen dafür, dass sie mit abnehmender Wellenlänge rasch grösser wird. Dies wird auch von der Theorie gefordert. Da bei sehr harten Röntgenstrahlen (um 200 k.V.) der Absorptionskoeffizient der Luft  $\alpha/\rho$  numerisch bereits ganz gegen den Streukoeffizienten  $s/\rho$  zurücktritt, so wird die Grösse des Ausdrucks im Nenner im Bereich harter Strahlen wesentlich von dem zweiten Summanden, der Streuabsorption beeinflusst.

In den nunmehr eingeführten Indices lautet unser Ausdruck für die Wandstrahlung  $W$

$$W \sim R \frac{(\alpha/\rho_w - \alpha/\rho_L) \left[ \frac{a}{a+1} \left( 1 - w \frac{\lambda}{\lambda_K} \right) + \frac{1}{a+1} \right]}{\alpha/\rho_L + s/\rho (RA)}$$

Diese Formel stellt eine Erweiterung eines früher diskutierten Ausdrucks für die sekundäre Elektronenstrahlung dar (Ergebnisse der

Strahlentherapie, Bd. 1, S. 420 im Abschnitt: Physikalische Sensibilisierung).

An der Hand der Gleichung 2 können wir eine Vorstellung von dem Gang der Elektronenstrahlung in Abhängigkeit von den Bestrahlungsbedingungen gewinnen. Wir untersuchen dabei nacheinander: erstens den *Einfluss einer Änderung des Materials* des Strahlers bei *festgehaltener Wellenlänge* und zweitens den *Einfluss einer Änderung der Strahlenqualität* auf die Elektronenemission eines *bestimmten Strahlers*.

Ad. 1. Bei festgehaltener Wellenlänge ändern sich mit dem Material des Strahlers  $\alpha/e$   $a$  und  $b$ . Die Reichweite  $R$  ändert sich,

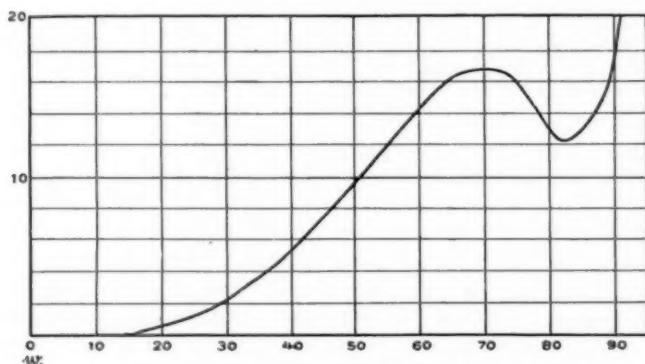


Abb. 2. Relative Elektronenemission (für  $\lambda = 0.15 \text{ \AA.E.}$ )

wie S. 57 ausgeführt wurde, nur mit der Wellenlänge, bleibt also konstant.  $a$  nimmt, wie im Abschnitt I auseinandergesetzt wurde, mit zunehmender Ordnungszahl von 8 bis 4.1 ab. Die Werte von  $w$  sind, soweit sie bekannt sind, in Abschnitt III angegeben.  $\mu/e$  steigt proportional mit der dritten Potenz der Ordnungszahl ( $Z^3$ ). Betrachten wir die Elementenreihe nach steigender Stellenzahl, so fällt die Absorption von einem bestimmten Element, dessen Ordnungszahl von der Wellenlänge der gewählten Primärstrahlung abhängig ist, nämlich dem Element, dessen  $K$ -Strahlung durch die gewählte Primärstrahlung gerade noch erregt wird, beim Übergang zum nächstfolgenden Element als Wandstrahler plötzlich um den Sprung von der Grösse  $a$  ab. In Abb. 2 ist der Verlauf der Elektronenemission für  $\lambda = 0.15 \text{ \AA.E.}$  als einer in der Tiefentherapie gebräuchlichen Strahlung graphisch dargestellt. Der Sprung, infolge des Einflusses von  $w$  wesentlich



kleiner als  $a$ , findet sich beim Element mit der Stellenzahl 82.  $a$  ist gleich 4.5 angenommen,  $w = 0.9$ .

Ad. 2. Komplizierter gestaltet sich die Betrachtung der Veränderung der Elektronenemission eines bestimmten Strahlers mit der Wellenlänge, da hierbei alle Faktoren unserer Gleichung variabel sind. Handelt es sich um einen Metallstrahler von niedrigem Atomgewicht, etwa Aluminium oder Eisen, sodass bei jeder technischen Röntgenstrahlung auch die weitesten Anteile sich in genügender Entfernung von der  $K$ -Erregungsgrenze befinden, so ist  $w \frac{\lambda}{\lambda_K}$  klein und die Elektronenausbeute, die sich mit abnehmender Wellenlänge nicht mehr ändert,  $= 1$  zu setzen. Der Überschuss der Wandabsorption  $\alpha/e_w - \alpha/e_L$  nimmt mit  $\lambda^3$ , der dritten Potenz der Wellenlänge ab,  $R$  wächst höchstens mit dem Quadrat der Spannung und da  $\lambda$  sich proportional der Spannung ändert, höchstens proportional mit  $\lambda^2$ . Im Nenner kann bei niedrigen Härtegraden von dem zweiten Summanden, dem Einfluss der Rückstosselektronen, abgesehen werden. In diesem Härtebereich ändert sich, da nach den Absorptionsgesetzen

$$\frac{\mu/e_w - \mu/e_L}{\mu/e_L}$$

konstant bleibt, nur  $R$ , d. h. die Wandstrahlung nimmt mit abnehmender Wellenlänge in dem Masse zu, wie die Reichweite der Photoelektronen grösser wird.

Mit abnehmender Wellenlänge muss im Nenner der zweite Summand, der den Einfluss der Rückstosselektronen darstellt, berücksichtigt werden. Damit wird das Verhältnis von Zähler und Nenner zunehmend kleiner, entsprechend dem Abstand der beiden Kurven in Abb. 1. Die bisher vorliegenden, noch nicht sehr umfangreichen Messungen (FRICKE und GLASSER, HERZ, COMPTON und SIMON und andere) lassen erkennen, dass im Gebiet harter Therapiestrahlen die Ionisation durch Rückstosselektronen mindestens von gleicher Grössenordnung ist wie die durch Photoelektronen. In diesem Wellengebiet vermindert sich der Nenner mit abnehmender Wellenlänge nicht mehr wesentlich, da die Abnahme von  $\mu/e_L$  durch eine Zunahme von  $s/\rho$  ( $RA$ ) annähernd kompensiert wird. Es kommt also mit abnehmender Wellenlänge schliesslich ein Gebiet, in welchem die Reichweite der Elektronen zwar noch mit  $\lambda$  oder  $\lambda^2$  grösser wird, aber die Elektronenemission des Wandstrahlers, bezogen auf die Elektronenbildung

in der Luft, annähernd mit  $\lambda^3$  abnimmt. In diesem Gebiet muss daher die aus der Wand austretende Elektronenstrahlung mindestens proportional mit  $\lambda$  abnehmen. *Dies bedeutet nichts anderes, als dass die Elektronenstrahlung durch ein Maximum hindurchläuft.* Die Lage des Maximums ist von dem Wandmaterial unabhängig in den Fällen, in denen wir, ohne einen grossen Fehler zu begehen, die Elektronenausbeute als konstant ansehen können.

Eine weitere Komplikation tritt dann ein, wenn der Strahler eine Ordnungszahl hat — und das ist bei den in der Technik verwendeten Röntgenstrahlen für Elemente mittleren Atomgewichts der Fall — bei welcher die Elektronenausbeute von der Wellenlänge abhängig ist oder gar der Absorptionssprung erst innerhalb des Gebietes der betrachteten Wellenlänge eintritt. *Allgemein lässt sich sagen, dass das Maximum der Elektronenemission mit wachsender Ordnungszahl des Strahlers immer mehr nach der Seite der kurzen Wellenlängen verschoben wird.*

Betrachten wir schliesslich noch den Fall der Elektronenemission verschiedener Strahler, wenn sie durch Wellenstrahlen von sehr kleinen  $\lambda$  (Strahlen des Radiums) erregt werden. In diesem Falle wird der in unserer Formel berücksichtigte Überschuss von Photoelektronen der Wand, bezogen auf die Elektronenbildung in der Luft, absolut sehr klein. Die Photoelektronen treten gegen die Streuelektronen ganz zurück. In diesem Wellenbereich ist die Ionisation auch in einer Fingerhutkammer von dem Material des Strahlers nicht mehr abhängig (GLASSER).

### Experimenteller Teil. Bisherige Resultate

Die im theoretischen Teil abgeleiteten Gesetzmässigkeiten gelten nur für den Fall, dass es sich um eine homogene Strahlung handelt. Vor vornherein ist damit zu rechnen, dass bei inhomogenen Strahlen die Verhältnisse unübersichtlicher werden. Bei den älteren Untersuchungen über die Änderung der Elektronenstrahlung mit der Strahlenqualität und der Natur des Strahlers von SADLER, BEATTY, WHIDDINGTON, BRAGG und PORTER u. A., wurden die Eigenstrahlen von Metallen mittleren Atomgewichts, also homogene Strahlen mittlerer Härte benutzt. Aus ihnen ergab sich die Zunahme der Elektronenemission mit der Härte und mit dem Atomgewicht des Strahlers, sowie die Asymmetrie der Elektronenstrahlung aus einer Metalloberfläche an der Ein- und Austrittsseite des Strahlenbündels. MOORE, der ebenfalls mit homogenen Strahlen arbeitete, fand, dass die Elektronenemission bei Gasen ihrem Absorptionskoeffizienten propor-

tional ansteigt. Für die von Metallwänden ausgehende Elektronenemission fand HOLTHUSEN, unabhängig von MOORE, auch bei inhomogenen (gefilterten) Reststrahlen das gleiche Resultat unter der Voraussetzung, dass die Erregerstrahlung weit genug von der Erregungsgrenze der Fluoreszenzstrahlung der untersuchten Metalle entfernt war. Neuerdings haben FRICKE und GLASSER gezeigt, dass in kleinen Ionisationskammern, in denen die aus der Absorption der Röntgenstrahlen in der Kammerluft stammende Ionisation gegenüber der Wandstrahlung vernachlässigt werden kann, die Ionisationsströme bei verschiedener chemischer Zusammensetzung der Kammerwand zwischen Graphit (Atomnummer 6) und Schwefel (Atomnummer 16) der dritten Potenz der effektiven Atomnummer des Wandmaterials proportional sind. HOLTHUSEN gab auch die Erklärung für die schon seit SADLER bekannte Erscheinung, dass die Elektronenemission aus der Oberfläche eines Metalles mit der Härte der erregenden Strahlung rasch grösser wird, indem er sie mit der bei zunehmender Härte wachsenden Reichweite der emittierenden Photoelektronen in Verbindung brachte. Über die Änderung der Elektronenemission an der Absorptionsgrenze geben neben den genannten englischen Arbeiten die Experimente von BARKLA und DALLAS und BEATTY Auskunft. Die theoretische Erklärung der sprunghaften Änderung der Elektronenemission an der Absorptionsgrenze durch innere Absorption wurde schon von KOSSEL vermutet, von BOTHE auf Grund des vorhandenen experimentellen Materials für einzelne Fälle berechnet. Sehr umfangreiche Versuche über die aus Oberflächen austretende Elektronenemission, die sich fast über die ganze Elementenreihe ausdehnen, stammen von BERG und ELLINGER. Sie brachten die von ihnen untersuchten Substanzen, zum grossen Teil reine Metalle, aber auch Metallsalze in Form von Blechen oder gepressten Tabletten in den Strahlengang eines Röntgenstrahlenbündels, welches eine Fasskammer axial durchsetzte. Indem sie die Ionisation einmal in der Weise massen, dass das Röntgenstrahlenbündel auf die im Zentrum der fassförmigen Kammer angebrachte Tablette oder das Metallblech auftraf, oder seine Oberfläche mit einer Cellonscheibe bedeckt war, konnten sie aus der Differenz beider Ionisationswerte den Betrag der reinen oberflächlichen rückwärtigen Elektronenstrahlung bestimmen. Die von ihnen benutzten Strahlungen zwischen 84 und 148 k.V. waren ungefiltert und darum sehr inhomogen. BERG und ELLINGER schlossen aus ihren Messungen, dass die Elektronenemission zwar mit der Ordnungszahl des Strahlers ansteigt, dass dieser Anstieg jedoch nicht kontinuierlich, sondern mit einem periodischen An- und Abschwellen erfolgt, wobei die Perioden etwa mit denen des natürlichen Systems der Elemente

übereinstimmen. Die Versuche von GEBBERT, der ebenfalls Messungen der Wandstrahlung in einem Kondensator vornahm, dessen Wandungen nacheinander aus Graphit, Aluminium, Kupfer, Silber, Gold und Uranoxyd hergestellt waren, sind quantitativ weniger verwertbar. Bei seinen Messungen bedingten der geringe Abstand der Wände von einander mit der daraus folgenden mangelhaften Ausnützung der Wandelektronen, sowie die verschiedene Beschaffenheit und der verschiedene Grad der Reinheit der untersuchten Materialien Komplikationen. Auch setzte er die bei Messungen zwischen 20 und 220 k.V. und sekundären Stromstärken von 1—4 m.A. gemessenen Ionisationswerte nicht zu den Werten der reinen Luftionisation unter den jeweiligen Strahlungsbedingungen in Beziehung, sondern verglich sie nur untereinander. SHEARER bestimmte in seinen Experimenten die Intensität der Elektronenstrahlung nicht durch ihre Ionisation, sondern aus der positiven Aufladung eines isolierten Strahlers, wenn er von den inhomogenen Röntgenstrahlen einer COOLIDGE-Röhre getroffen wurde. Die Elektronenemission bei verschiedenen Strahlern zwischen Aluminium und Wismut fand er ziemlich genau ihrer Ordnungszahl proportional. Der Versuch, eine besonders starke Elektronenemission in der Nähe des Absorptionssprunges beim Zinn nachzuweisen, misslang.

Die mitgeteilten Versuche widersprechen sich zum Teil ganz erheblich, so z. B. die Ergebnisse von MOORE und GLASSER einerseits, welche die Elektronenemission bei leichten Elementen den Absorptionskoeffizienten proportional, d. h. mit der dritten Potenz der Ordnungszahl ansteigen sahen und von SHEARER, der Proportionalität mit der ersten Potenz von  $N$  findet. Die Kurve der Steigerung der Elektronenemission, wie sie BERG und ELLINGER gibt, mit ihrem periodischen Verlauf entsprechend den Perioden des natürlichen Systems der Elemente, ist nicht befriedigend.

### Eigene Untersuchungen

Bei den eigenen Untersuchungen wurden nur verhältnismässig wenige Elemente herangezogen (Aluminium, Eisen, Kupfer, Silber, Zinn, Wolfram, Blei) und vor allem darauf Wert gelegt, das Gebiet der untersuchten Strahlungen nach der Seite kurzer Wellenlängen möglichst zu erweitern und durch Vorfilterung die Inhomogenität der benutzten technischen Strahlungen nach Möglichkeit einzuschränken.

*Die Strahlungen:* Als Strahlenquelle diente eine mit dem Monopanapparat der S. R. V. betriebene A. E. G. Röntgenröhre. Die benutzten Spannungen, die spektrometrisch bestimmt wurden, umfassten das Gebiet von 60—186 k.V. Die gefilterten Reststrahlen erwiesen sich

bei der Absorptionsanalyse mit Kupferfolien ebenso wie im Spektrogramm noch als durchaus inhomogen. Die wichtigsten Daten über die benutzten Strahlungen gehen aus Tabelle 1 hervor.

Tab. 1. Die Strahlungsmische

Kilovolt u. Filter	$\lambda_{\min.}$	$\mu' \rho$	Halbwertschicht	$\lambda_{\text{eff.}}$
60 k.V. Karton . . . . .	0.205	19.1	0.048	0.49
114 k.V. 3.0 mm Al. . . . .	0.108	6.74	0.115	0.33
146 k.V. 3.0 mm Al. . . . .	0.084	3.6	0.216	0.27
164 k.V. 0.5 mm Cu . . . . .	0.075	1.12	0.69	0.175
186 k.V. 1.0 mm Cu . . . . .	0.066	0.663	1.17	0.14
186 k.V. 2.0 mm Cu . . . . .	0.066	0.45	1.73	0.12

*Die experimentelle Anordnung:* Die Wandstrahlung der oben aufgeführten Metalle wurde in einer Fasskammer von 8,5 cm Länge und 20 cm Durchmesser untersucht, die von einem Röntgenstrahlenbündel von 4 mm Durchmesser axial durchsetzt wurde. Dort, wo die Röntgenstrahlen durch die Rückwand der Kammer, die mit graphitisiertem Papier ausgekleidet war, auftrafen, konnten die verschiedenen Metalle angebracht werden. Bei dieser Anordnung beschränkte sich die Messung auf die Elektronenemission der *Eintrittsstrahlung*. Die Untersuchung der Elektronenemission der *Austrittsstrahlung* wurde nur für Aluminium, Kupfer und Zinn durchgeführt, von denen genügend dünne Folien zur Verfügung standen, um die beim Durchtritt des Röntgenstrahlenbündels durch die Folien stattfindende Intensitätsabnahme nicht zu gross werden zu lassen. Bei diesen Versuchen wurde eine Kammer von 2,2 cm Durchmesser verwendet, um die Wirkung der Wandstrahlung bei diesen Elementen mit relativ geringem Strahlungsvermögen gegenüber der Luftstrahlung, stärker hervortreten zu lassen. Bekanntlich besteht eine ausgesprochene Asymmetrie in der Elektronenemission auf der Ein- und Austrittsseite des Röntgenstrahlenbündels in dem Sinne, dass die Elektronenemission auf der Eintrittsseite kleiner ist als auf der Austrittsseite. Nach den bisher vorliegenden Messungen wächst die Asymmetrie mit abnehmendem Atomgewicht des Strahlers und abnehmender Wellenlänge. Die Ergebnisse der eigenen Versuche über die Unterschiede in der Intensität der Ein- und Austrittselektronenstrahlung für Aluminium, Kupfer und Zinn bestätigen die Zunahme der Asymmetrie mit abnehmender Stellenzahl des Strahlers. Die Zunahme der Asymmetrie mit abnehmender Wellenlänge war jedoch auch beim Kupfer nur für mittlere Härtegrade zu beobachten. Beim

Zinn liess sich sogar eher eine Tendenz der Abnahme der Asymmetrie mit der Härte erkennen (Tab. 2). Wird nur die Elektronenemission der Eintrittsseite gemessen, wie in unsern vergleichenden Versuchen, so ist zu berücksichtigen, dass diese einen umso geringeren Prozentsatz der Gesamtstrahlung ausmacht, je niedriger die Atomnummer des Strahlers ist. Der allgemeine Verlauf der Elektronenemission mit der Härte war in unseren Versuchen an Al, Cu und Sn auf der Ein- und Austrittsseite gleich.

Tab. 2. Asymmetrie der Ein- und Austrittsstrahlung bei Kupfer und Zinn

Strahlung $\lambda_{\text{eff.}}$	Verhältnis der Ein- und Austrittsstrahlung bei	
	Kupfer	Zinn
0.49	1.58	1.41
0.33	1.82	1.27
0.27	1.86	1.42
0.175	1.75	1.26
0.14	1.81	1.16

*Die Fehlerquellen:* Ausser der Beschränkung, welche das Resultat wegen der Asymmetrie infolge einseitiger Berücksichtigung der Eintrittsstrahlung erfährt, ist ferner zu berücksichtigen, dass beim Ersatz der Rückwand durch eine Metallfläche als Strahler in dem Mehreffekt die Fluoreszenz- und Streustrahlung mitwirkt und von dem Ionisationswert abgezogen werden muss. Ihre Grösse ergab sich durch den Unterschied der Messwerte, wenn das Metall mit einer Lage dicken Papiers bedeckt war und dem Wert der reinen Luftkammer, der erhalten wurde, wenn das Röntgenstrahlenbündel nur durch dünnes graphitirtes Papier hindurchfiel. Eine bemerkenswerte Komplikation, von der man sich bei Leichtmetallen nur schwer freimachen kann, besteht darin, dass schon geringe Verunreinigungen mit Schwermetallen die Absorption und damit die Elektronenemission in erheblichem und um so grösserem Mass beeinflussen, je niedriger die Atomnummer des untersuchten Strahlers ist. Auch wird die Elektronenemission von der Form der Oberfläche (Rauigkeit, Oxydschichten) merklich beeinflusst. In unseren Experimenten dürften die Messungen beim Kupfer, Zinn und Blei am wenigsten durch solche Fehlerquellen beeinträchtigt worden sein, während das Eisen offenbar durch Beimengungen stärker absorbierender Metalle verunreinigt war. Die wesentlichsten Resultate sind in den Tabellen 3 und 4 zusammengestellt.



Tab. 3. Wandemission in der grossen Kammer. (Kammerlänge 8.2 cm.)

Strahlung und Filter	$\lambda_{\text{eff.}}$ in Å. E.	Alumi- nium	Eisen	Kupfer	Silber	Zinn	Wolfram	Blei
60 k.V. Karton . .	0.49	1.1	1.48	1.49	1.94	1.91	2.20	2.39
114 k.V. 3.0 mm Al	0.38	1.07	1.62	1.83	3.32	3.61	4.28	4.53
146 k.V. 3.0 mm Al	0.27	1.1	1.71	1.83	3.24	3.89	4.83	5.39
164 k.V. 0.5 mm Cu	0.175	1.08	1.73	2.0	4.08	4.53	6.3	7.00
186 k.V. 1.0 mm Cu	0.14	1.05	1.62	1.87	4.17	4.63	6.7	7.17
186 k.V. 2.0 mm Cu	0.12	1.04	1.87	1.51	3.95	4.27	6.7	7.16

 Tab. 4. Wandemission in der kleinen Kammer  
(Kammerlänge 2.2 cm.)

$\lambda_{\text{eff.}}$ in Å.E	Paraffin (graphitisiert)	Aluminium	Kupfer
0.49	0.95	1.22	3.64
0.45		1.37	
0.40		1.49	
0.38	0.93	1.37	5.38
0.30		1.32	
0.27	0.96	1.31	5.42
0.23			5.9
0.175	0.94	1.24	5.4
0.14	0.96	1.14	4.8
0.12	0.97		3.6

Die in den Tabellen angeführten Zahlen geben an, um wieviel mal die Ionisation stärker ist als die reine Luftionisation, wenn die Hinterwand an der Stelle des Austritts des Strahlenbündels durch das betreffende Metall ersetzt wird. Bezeichnet man als  $a$  den Ionisationswert in der reinen Luftkammer, als  $b$  den Wert, wenn die Hinterwand durch das Metall gebildet wurde, als  $c$  den Ionisationswert für den Fall, dass das Metall mit einem graphitierten Karton bedeckt wird, so entsprechen die Zahlen der Tabellen 3 und 4 dem

Bruch  $\frac{b-c}{a}$ . Verfolgt man die für bestimmte Metalle angegebenen

Zahlenwerte nach abnehmenden Wellenlängen, so findet man im allgemeinen zunächst ein Ansteigen der Elektronenemission, die sich dann in einem gewissen Härtebereich auf annähernd gleicher Höhe hält und bei weiterer Härtezunahme der erregenden Strahlung wieder abnimmt. Ein Maximum der Elektronenstrahlung ist nur beim

Wolfram und Blei nicht vorhanden, bei welchen die Elektronenemission der Wand in dem ganzen untersuchten Härtebereich, wenn auch bei höheren Härtegraden nur noch wenig, ansteigt. Bei den übrigen Metallen ist besonders auffallend, dass das *Maximum der Elektronenemission* mit steigender Ordnungszahl der Strahler nach der Seite kürzerer Wellenlängen verschoben wird. Dies geht mit besonderer Deutlichkeit aus Tabelle 5 hervor, in welcher noch einmal die Lage der Maxima mit den effektiven Wellenlängen der Strahlungen, bei denen sie gefunden wurde, eingetragen sind. Im theoretischen Teil wurde bereits darauf hingewiesen, dass eine Verschiebung des Maximums nach der Seite kürzerer Wellenlängen bei den höher atomigen Metallen wegen der Lage ihres *K*-Absorptionssprunges in einem verhältnismässig kurzwelligen Gebiet zu erwarten ist. Für die Verschiebung des Maximums zwischen Kupfer und Aluminium dürfte vor allem der Umstand massgebend sein, dass der Anteil der in Fluoreszenzstrahlung umgewandelten absorbierten Energie  $w \frac{\lambda}{\lambda_K}$  noch nicht zu vernachlässigen ist.

Tab. 5. Lage der Maxima

Element	$\lambda_{\text{eff.}}$ in Å.E
13 Aluminium . . . . .	0.4
26 Eisen . . . . .	0.2
29 Kupfer . . . . .	0.17
50 Zinn . . . . .	0.14
74 Wolfram . . . . .	< 0.12 ?
82 Blei . . . . .	< 0.12 ?

Möglicherweise spielt auch die Tatsache eine Rolle, dass der Streukoeffizient des Kupfers bei mittleren Wellenlängen wesentlich grösser ist als der des Aluminiums, sodass für das Kupfer eine zusätzliche Emission von Rückstosselektronen in Rechnung zu setzen wäre, die in Prozenten umso mehr ausmacht, je härter die untersuchte Strahlung ist.

Steht das Vorhandensein eines Maximums bei der Messung der Elektronenemission aus Metalloberflächen in Übereinstimmung mit der Theorie, so ist doch sein Auftreten schon bei verhältnismässig geringen Härtegraden schwer verständlich, wenn man annehmen will, dass der Streuabsorptionseffekt die durch Vergrösserung der Reichweite bedingte Zunahme der Wandemission überkompensieren soll (vgl.

S. 66). Das vorhandene Material an Werten für die beiden in Betracht kommenden Grössen reicht jedoch nicht aus, um die prinzipielle Gültigkeit der von uns aufgestellten Formel in Frage zu stellen. Der Einfluss der Mitwirkung der Streuelekttronen bei der Luftionisation zeigte sich schon KÜSTNER bei seiner Untersuchung des Verhältnisses der Selenempfindlichkeit und der Luftionisation in Abhängigkeit von der Strahlenqualität und wurde entsprechend gedeutet. Die Maxima, welche die Empfindlichkeit der Saboraud-Pastille, die Fluoreszenzhelligkeit eines Zinksulfidschirmes bei mittleren Härtegraden zeigen, sind auf die gleiche Ursache zurückzuführen. Die Bedeutung, welche gerade der Umstand, dass die Wandemission auf die Ionisation in Luft bezogen wird, für den Verlauf der Intensitätskurve der Elektronenwandstrahlung in Abhängigkeit von der Strahlenqualität, insbesondere für das Auftreten eines Strahlungsmaximums hat, geht auch daraus hervor, dass bei photographischer Messung der Elektronenstrahlung das Maximum nicht zu Beobachtung kommt. Wurden 1 qcm grosse Plättchen von Zinnfolie auf einen Röntgenfilm gelegt und mit verschiedenen Strahlenqualitäten je ein kreisrunder Ausschnitt des Films von 3 cm. Durchmesser in der Weise belichtet, dass die Strahlung zunächst durch den in schwarzes Papier eingewickelten Film hindurchging, dessen Schichtseite die Zinnfolien unmittelbar auflagen und wurde die Belichtung bei verschiedenen Strahlenqualitäten so ausdosiert, dass die Grundschrwärzung immer die gleiche war, so nahm die wesentlich intensivere Schrwarzung an den Stellen, an denen die Zinnfolie der Filmoberfläche angelegen hatte mit zunehmender Härte der Röntgenstrahlung kontinuierlich zu. Ein Schrwarzungsmaximum kam in dem untersuchten Strahlenintervall nicht zur Beobachtung. In diesem Falle wird die zusätzliche Elektronenstrahlung aus der Zinnfolie auf die Wirkung der im Bromsilber absorbierten Röntgenstrahlung bezogen. Im Silber, dessen Absorption für die photochemische Wirkung im Film in erster Linie massgebend ist, macht sich aber die zusätzliche Wirkung der Streuabsorption und der dadurch bedingte Ausgleich in der Abnahme der Absorption mit abnehmender Wellenlänge ungleich weniger stark geltend als in Luft.

Aus den Zahlen der Tabellen 3 und 4 lässt sich weiterhin entnehmen, in welchem Verhältnis die Elektronenemission bei den verschiedenen Metallen zu einander steht. Im theoretischen Teil fanden wir, dass bei vollständiger Umwandlung der absorbierten Strahlung in Elektronenenergie, d. h. unter der Voraussetzung dass von der Fluoreszenzstrahlung abgesehen werden kann, die Wandemission verschiedener Metalle jenseits der *K*-Erregungsgrenze sich der Differenz  $Z_w^3 - Z_{eff. L}^3$  entsprechend ändern muss. In welchem

Tab. 6. Relative Wandemission in Abhängigkeit von der Wellenlänge

Strahlung $\lambda_{\text{eff}}$	Wandemission:			Verhältnis: Cu/Al theor. Wert = 13,7	Wandemission:			Verhältnis: Sn/Cu theor. Wert = 6,2	Wandemission:			Verhältnis: Pb/Cu theor. Wert = 23,9
	Al $\lambda_k = 7,9 \text{ \AA}$ $WE_{(\text{theor.})} = 0,175$	Cu $\lambda_k = 1,38 \text{ \AA}$ $WE_{(\text{theor.})} = 2,40$			Cu $\lambda_k = 1,38 \text{ \AA}$ $WE_{(\text{theor.})} = 2,40$	Sa $\lambda_k = 0,42 \text{ \AA}$ $WE_{(\text{theor.})} = 12,9$			Cu $\lambda_k = 1,38 \text{ \AA}$ $WE_{(\text{theor.})} = 2,40$	Pb $\lambda_k = 0,138 \text{ \AA}$ $WE_{(\text{theor.})} = 55$		
0,49	0,42	3,07	7,3	0,49	0,91	1,86	0,49	1,39	2,84			
0,33	0,68	6,59	9,7	0,83	2,61	3,1	0,83	3,53	4,26			
0,27	0,515	6,71	13,0	0,83	2,89	3,5	0,83	4,39	5,3			
0,175	0,461	7,83	17,0	1,0	3,53	3,5	1,0	6,0	6,0			
0,14	0,377	5,72	15,2	0,87	3,63	4,2	0,87	6,17	7,1			
0,12	—	—	—	0,51	3,27	6,4	0,51	6,16	11,2			

Umfange dies tatsächlich zutrifft, ist für die Wandemission von Aluminium und Kupfer einerseits, von Kupfer und Zinn andererseits und schliesslich von Zinn und Blei in der Tab. 6 angegeben. Für den Vergleich von Aluminium und Kupfer ist die Summe der Wandemission der Vorder- und Rückwand, für die übrigen Metalle die Emission der Rückwand allein in folgender Weise zugrunde gelegt: Wenn  $a$  die Intensität der Ionisation in der reinen Luftkammer ist,  $b$  die Intensität, falls die Vorderwand durch die mit Karton bedeckte Metallfolie ersetzt ist,  $c$  die Intensität für den Fall, dass die Metallfolie die Vorderwand der Kammer bildet,  $d$  die Intensität, wenn die Rückwand der Kammer von der Folie eingenommen wird, so stellen die Zahlen für Aluminium und Kupfer die Werte:  $\left(\frac{c-b}{a} + \frac{d-a}{a}\right)$ ,

die Zahlen für die übrigen Metalle die Werte:  $\frac{d-a}{a}$  dar. Bei den einzelnen Metallen ist der Zahlenwert für:  $(Z_w^3 - Z_{\text{eff}, L}^3) \times 10^{-4} = WE_{(\text{theor.})}$  und die Wellenlänge der  $K$ -Absorptionskante  $\lambda_k$  mit angegeben. Es findet sich, dass das Verhältnis der Wandemission von Kupfer und Aluminium bei weichen Strahlengemischen den theoretischen Wert noch nicht erreicht, bei höheren Härtegraden diesen Wert aber sogar überschreitet. Die Erklärung für das letztere Verhalten ist möglicherweise die gleiche wie für die Verschiebung des Maximums der Strahlenemissionen zwischen Kupfer und Aluminium, nämlich in der Wirkung zusätzlicher Rückstosselektronen beim Kupfer zu suchen. In dem Zurückbleiben der Elektronenemission des Elements der höheren Ordnungszahl hinter dem theoretisch zu erwartenden Wert kommt die Tatsache zum Ausdruck, dass bei dem Element mit der höheren Stellenzahl ein Teil der absorbierten Energie als Wellen-

strahlung abgegeben wird, bzw. dass nur ein Teil der in dem Strahlungsgemisch vorhandenen Wellenlängen nach dem jenseits der  $K$ -Absorptionsgrenze gültigen hohen Absorptionswert absorbiert wird. Aus diesem Grunde wird auch im Verhältnis der Wandemission von Zinn zu Kupfer der theoretisch zu erwartende Wert von 5.2 erst bei der härtesten Strahlung erreicht und auch hier etwas überschritten. Im Verhältnis der Wandemission von Kupfer und Blei wird dagegen der im  $K$ -Gebiet zu erwartende Wert von 22.9 innerhalb des verwendeten Strahlenbereichs nicht annähernd erreicht.

Sinkt die Absorption des Wandmaterials unter den Wert, welcher der effektiven Atomnummer der Luft zukommt, so reicht die Elektronenemission nicht mehr aus, um den Wirkungsausfall der in Luft gebildeten Photoelektronen in der Nähe der Kammerwand zu kompensieren. In diesem Falle bleibt der Wert der Gesamtionisation hinter dem der »reinen Luftkammer« (bei uns: Ein- und Austrittsfenster aus graphitiertem Papier) zurück. Auch dieses Wirkungsdefizit, das sich bei Verwendung von Paraffin, welches mit einer dünnen Graphitschicht überzogen war, als Wandstrahler geltend machte (Tab. 4), strebt einem Maximum zu und gleicht sich bei harten Strahlungsgemischen mehr und mehr aus, in Bestätigung einer schon von FRICKE und GLASSER gezogenen Schlussfolgerung, dass bei sehr kurzwelliger Strahlen die Wandemission verschiedener Materialien sich immer mehr an einander angleicht.

Tab. 7. Elektronenemission nach Berg und Ellinger

1 Element	2 ( $Z_{\text{eff}}^3 - Z_{\text{eff}} L^3$ ) $\times 10^{-4}$ $WE_{(\text{theor.})}$	3 Emission in Prozenten bei:		5 Emission bei 84 kV: $WE_{(\text{theor.})}$	6 Emission bei 148 kV: $WE_{(\text{theor.})}$
		84 kV $\lambda_0 = 1.47 \text{ ÅE}$	148 kV $\lambda_0 = 0.83 \text{ ÅE}$		
13 Al . . . .	0.175	1.8	5.6	13	32
25 Mn . . . .	1.52	27.5	34.2	18.1	22.5
26 Fe . . . .	1.72	35.5	39.7	20.6	23
29 Cu . . . .	2.40	43.1	52.5	18.0	22
30 Zn . . . .	2.66	49.6	57.9	18.6	21.8
33 As . . . .	3.6	48.8	62.7	13.6	17.4
47 Ag . . . .	10.3	65.4	102	6.3	9.8
50 Sn . . . .	12.5	78.8	103	6.5	8.3
74 W . . . .	39	92.2	124	2.3	3.2
82 Pb . . . .	55	113	172	2.1	3.1
90 Th . . . .	73	127	200	1.7	2.8

Die Erfüllung des Gesetzes der Zunahme der Wandemission mit  $Z_w^3 - Z_{\text{eff. } L}^3$ , das Zurückbleiben der Emissionsgrösse hinter den theoretischen Werten bei Elementen höherer Ordnungszahl zeigt sich auch in den Resultaten von BERG und ELLINGER, die in Tabelle 7 zusammengestellt sind. In der Columne 2 sind die theoretisch zu erwartenden Werte der überschüssenden Wandemission (WE) angegeben, in den Columnen 3 und 4 die aus der Arbeit von BERG und ELLINGER entnommenen Werte der Wandemission für 84 und 148 k. V; in den Columnen 5 und 6 schliesslich die Quotienten der Wandemission zu den theoretisch zu erwartenden, aus der Absorption berechneten Werten. Bis zum Arsen ( $Z = 33$ ) steigt die Elektronenemission annähernd entsprechend der Ordnungszahl. Erst vom Silber ab zeigt die Abnahme der Quotienten das immer stärker hervortretende Zurückbleiben der Elektronenemission hinter den theoretisch zu erwartenden Werten.

Die Resultate SHEARERS, aus denen er folgerte, dass die Elektronenemission der Ordnungszahl proportional zunimmt, ist ebenfalls so zu erklären, dass bei den von ihm benutzten inhomogenen Strahlungen für die höher atomigen Strahler die Grenze der  $K$ -Absorption noch nicht erreicht war. Die von ihm durch Aufladung bestimmten Werte der Elektronenemission zeigen bei den Elementen mit niedrigen Stellenzahlen einen wesentlich rascheren Anstieg als bei hoher Stellenzahl. In der Grössenordnung stimmen die relativen Werte der Emission gut mit den von BERG und ELLINGER und von uns aus Ionisationsmessungen gefundenen Zahlen überein, sodass beide Untersuchungsmethoden zu prinzipiell gleichen Ergebnissen führen.

In den Zahlen der Tabelle 3 und 4 findet sich durchweg ein Ansteigen der Wandemission mit der Stellenzahl. Das Auftreten eines Maximums der Wandemission im Sinne der Abbildung 2 kommt nicht zur Beobachtung. Dies hängt mit der Auswahl der Metalle und der benutzten Strahlungen zusammen. Betrachten wir die Emission von Wolfram und Blei, so wäre bei einer Strahlung, welche vor allem das Wellenlängengebiet zwischen 0.135 und 0.17 enthielte, ein Heraufgehen der Wolframstrahlung über die Bleistrahlung zu erwarten. Ist doch in diesem Wellenlängengebiet die  $K$ -Absorptionsgrenze des Wolframs, nicht aber die des Bleis erreicht. In Tabelle 8 sind die Resultate eines Versuches mitgeteilt, in dem die Elektronenemission von Wolfram und Blei bei einer Strahlung von  $\lambda_{\text{min.}}$  zwischen 0.205 in 0.13 mit verschiedener Filterung untersucht wurde. Je härter die Strahlung und je mehr mit zunehmender Filterung nur der kurzwelligste Teil des Strahlungsgemisches an der Erregung der Wandelektronen beteiligt ist, um so kleiner wird das Verhältnis der Emissionsgrösse



von Blei und Wolfram, das bei Filterung mit 0.5 mm. Cu sogar unter den Wert von 1 sinkt.

Tab. 8. Relative Emission von Blei und Wolfram bei verschiedenen Strahlenqualitäten in der Gegend der K-Erregungsgrenze des Blei

Strahlung und Filter	$\lambda_{\min.} \text{ ÅE}$	Emission Blei/Wolfram
60 kV 1.0 mm. Al	0.205	1.07
85 kV 1.0 mm. Al	0.145	1.06
85 kV 0.5 mm. Cu	0.145	1.04
95 kV 3.0 mm. Cu	0.13	1.02
95 kV 0.5 mm. Cu	0.13	0.98

Die in diesen Untersuchungen gemessenen Werte der Elektronenemission aus Metalloberflächen stellen relative Zahlen dar. Die durch die Wandstrahlung bedingte Vermehrung der Elektronendichte ist in der Nähe der emittierenden Oberfläche erheblich grösser als in einiger Entfernung von ihr. Einen Anhaltspunkt für die Zunahme der Elektronendichte in 1 mm. Entfernung von einer strahlenden Metalloberfläche ergeben die Versuche an Bakterienkulturen, wie sie von MILANO und DONATI, HALBERSTAEDTER und MEYER, LIECHTI und uns angestellt worden sind. Sie zeigen, dass unter optimalen Bedingungen in 1 mm. Abstand von einem Metallblech die Wirkung der Röntgenstrahlen auf etwa das 30-fache erhöht werden kann, woraus zu schliessen ist, dass die aus der Wand emittierten Elektronen in der Agaroberfläche eine Zunahme der Elektronendichte bedingen, welche das 30-fache der vorher vorhandenen, aus der primären Röntgenstrahlenabsorption stammenden Elektronendichte beträgt.

### ZUSAMMENFASSUNG

1. Es wird das Problem der Abhängigkeit der sekundären Elektronenstrahlung aus festen Oberflächen von der Qualität der auslösenden Strahlung und dem Material des Strahlers unter Berücksichtigung der Absorptionsgesetze theoretisch behandelt.

2. Die Berücksichtigung der Gesetze der Absorption, einschliesslich der Streuabsorption, der Emission der sekundären Wellenstrahlung und der geo-

metrischen Bedingungen, unter denen die Messung stattfindet, gestattet, bestimmte Schlüsse auf die Abhängigkeit der Elektronenemission von den verschiedenen Versuchsbedingungen zu ziehen.

3. Die Ergebnisse von Messungen der Wandemission verschiedener Metalle (Al, Fe, Cu, Ag, Sn, W, Pb) bei Strahlungen zwischen  $\lambda_{\text{eff.}}$  0.9 und 0.12 Å. E stimmen mit den aus der Theorie abgeleiteten Folgerungen überein.

Insbesondere fand sich:

- a. Eine Zunahme der Wandemission mit der dritten Potenz der effektiven Atomnummer bei niedriger Atomnummer des Strahlers und kurzen Wellenlängen.
  - b. Ein Zurückbleiben der Elektronenemission hinter dem nach der jenseits der K-Grenze gültigen Absorptionsformel berechneten Wert, das umso grösser ist, je langwelliger die Strahlung und je höher die Atomnummer des Strahlers gewählt wurde.
  - c. Bei Änderung der Strahlenqualität durchläuft die Elektronenemission eines bestimmten Strahlers ein Maximum, das mit steigender Atomnummer des untersuchten Strahlers immer mehr nach der Seite kurzer Wellenlängen verschoben wird.
4. Das Maximum der Elektronenemission bei Einwirkung von Röntgenstrahlen abnehmender Wellenlänge auf ein und denselben Strahler macht sich nur bei der Untersuchung der Elektronenemission in Luft geltend. Wird die Einwirkung der aus einer Metalloberfläche austretenden Elektronen auf einen photographischen Film untersucht, so steigt die durch die emittierten Elektronen erzeugte Schwärzung mit der Härte kontinuierlich an.

## SUMMARY

1. The author deals with the theoretical aspect of the intensity of secondary electronic radiations from hard metallic surfaces in relation with the quality of the Roentgen rays and the material of the radiating layer in consideration of the laws of absorption.

2. The consideration of the laws of absorption, including the absorption of scattered rays, emission of characteristic and the geometrical conditions under which measuring takes place, allows definite conclusions to be drawn as regards the dependence of electronic emissions upon the different experimental conditions.

3. The results obtained by measuring the wall-emissions from different metals (Al, Fe, Cu, Ag, Sn, W, Pb) excited by rays of  $\lambda_{\text{eff.}} = 0.9$  to 0.12 Å. E. agree with the conclusions arrived at by theoretical reasoning.

The following points are particularly to be noted.

- a. an increase of the wall emission proportionate to the cube of the effective atomic weight in the case of lower atomic weight of the cathodes and short wave-lengths.
- b. a retardation of the electronic emissions beyond the value estimated from the accepted formula this side the K-limit, increasing with the wave-length and the atomic weight of the metallic radiator.
- c. by altering the quality of the rays the electronic emissions from a given metallic radiator pass through a maximum value that with increasing atomic weight of the cathode examined becomes more and more shifted towards the side of short wave-lengths.

4. If Roentgen-rays of decreasing wave-lengths act upon metallic surfaces, the maximum value of electronic emissions is only found in examining the electronic emissions in air. On examining the effect of electronic emissions from metallic surfaces upon a photographic plate, it will be found that the blackening obtained by the electrons increases with the hardness of the beam.

## RÉSUMÉ

1. Les auteurs étudient au point de vue théorique et en s'appuyant sur la loi d'absorption, les rapports existant entre l'émission secondaire d'électrons par des surfaces solides, d'une part, et la qualité des rayons émis ainsi que le matériel de la surface rayonnante d'autre part.

2. L'étude de la loi d'absorption — y compris l'absorption disséminée — de l'émission du rayonnement secondaire caractéristique et des conditions géométriques dans lesquelles les mesures ont été effectuées, permet de tirer des conclusions précises sur les rapports de dépendance qui existent entre l'émission d'électrons et les conditions diverses réalisées au cours des expériences.

3. Les résultats donnés par la mesure de l'émission pariétale de divers métaux (Al., Fe, Cu, Ag, Sn, W, Pb) pour des irradiations comprises entre 0.9 et 0.12 Å. E. effectifs, concordent avec les conclusions déduites de la théorie.

On a constaté, en particulier:

- a. un accroissement de l'émission pariétale avec la troisième puissance du nombre atomique effectif, pour un nombre atomique faible de la surface rayonnante et de faibles longueurs d'onde.
- b. un recul de l'émission d'électrons en deçà de la valeur calculée de la formule d'absorption applicable au-delà de la limite K, recul d'autant plus marqué que la longueur d'onde de l'émission est plus grande et que le nombre atomique de la source rayonnante a été choisi plus élevé.
- c. que lorsque l'on modifie la qualité des rayons, l'émission d'électrons produite par une source déterminée passe par un maximum qui tend à se déplacer de plus en plus vers les faibles longueurs d'onde, à mesure qu'augmente le nombre atomique de la source étudiée.

4. Le maximum de l'émission d'électrons due à l'influence de rayons X de longueur d'onde décroissante sur un certain métal ne se manifeste que dans les expériences concernant l'émission d'électrons à l'air libre. Si l'on étudie l'action des électrons émis par une surface métallique sur un film photographique, on constate que le noircissement déterminé par les électrons émis augmente d'une façon continue avec la dureté des rayons.

## LITERATUR

Zusammenfassende Arbeiten mit ausführlichen Literaturnachweisen:

- BOTHE, W.: Absorption und Zerstreuung von Röntgenstrahlen. Handbuch der Physik, herausg. v. H. Geiger und K. Scheel. Bd 23. 1926. S. 307 ff.
- HOLTHUSEN, H.: Physikalische Sensibilisierung. Ergebnisse der Medizinischen Strahlenforschung. 1925. Bd 1. S. 383.

Ferner:

- BECKER, A. und HOLTHUSEN, H.: Über die Trägererzeugung hochfrequenter Wellenstrahlung in abgeschlossenen Gasräumen. *Strahlenther.* 1921. Bd 12. S. 331.
- BERG, O. und ELLINGER, PH.: Über die Emission von Elektronen bei Bestrahlung verschiedener Substanzen mit Röntgenstrahlen. *Wissenschaftl. Veröffentlichungen a. d. Siemens-Konzern* 1922. Bd II. S. 331.
- DE BROGLIE, M.: Les phénomènes photo-électriques pour les rayons X et les spectres corpusculaires des éléments. *Journ. de phys.* 1921. Bd 2. S. 265—287.
- COMPTON, A. H. und SIMON, A. W.: Measurements of the Beta-rays, excited by hard X-rays. *Phys. Rev.* 1925. Bd 25. S. 107.
- DOGNON, A.: La mesure et l'action biologique des rayons X de différentes longueurs d'ondes. *Arch. de phys. biolog.* 1925. Bd 4. S. 87.
- FRICKE, H. und GLASSER, O.: Über die durch Röntgenstrahlen in Elementen niederen Atomgewichts ausgelösten sekundären Elektronen. *Zeitschr. f. Phys.* 1924. Bd 29. S. 374.
- — und — — Eine theoretische und experimentelle Untersuchung der kleinen Ionisationskammer. *Fortschr. d. Röntgenstr.* 1925. Bd 33. S. 239.
- GEBBERT, A.: Über eine direktzeigende Strahlenmessvorrichtung. *Strahlenther.* 1925. Bd 20. S. 813.
- GREBE, L.: Die energetische Bedeutung der R-Einheit. *Strahlenther.* 1926. Bd 22. S. 438.
- HALBERSTAEDTER, L. und MEYER, P. S.: Über die Wirkung von primären und sekundären Röntgenstrahlen auf Bakterien. *Fortschr. d. Röntgenstr.* 1922. Bd 24. S. 489.
- HEEZ, R.: Zur Härte- und Intensitätsverteilung gestreuter Röntgenstr. *Strahlenther.* 1926. Bd 21. S. 110.
- HOLTHUSEN, H.: Sekundärstrahlensensibilisierung in Abhängigkeit von der Strahlenqualität (Versuche an Bakterien.). *Verh. d. Deutschen Röntgenes.* 1925. Bd 16. S. 62.
- KÜSTNER, H.: Die Empfindlichkeit der Selenzelle auf Röntgenstrahlen verschiedener Wellenlänge. *Zeitschr. f. Phys.* 1924. Bd 27. S. 124.
- KUHLENKAMPFF, H.: Über die Ionisierung von Luft durch Röntgen- und Kathodenstrahlen. *Ann. d. Phys.* 1926. Bd 80. S. 261.
- LIECHTI, A.: Untersuchungen über die Wirkung von Metallen als Sekundärstrahler. *Klin. Wochenschr.* 1924. S. 825.
- — Zur Frage der Sekundärstrahlensensibilisierung durch Metalle. *Klin. Wochenschr.* 1926. S. 545.
- MOORE, H.: On the corpuscular radiation liberated in vapours by homogenous X-radiation. *Proc. Royal Soc. Soc. Ann.* 1915. 91. S. 337.
- SHEARER, G.: The emission of electrons by X-rays. *Phil. Mag.* 1922. 44. S. 793.



## GEFÄSS-EKTASIEN DER KEHLKOPF-SCHLEIMHAUT NACH RÖNTGEN-BESTRAHLUNGEN

von

*L. Halberstaedter und K. Vogel*

Schwere Kehlkopf-Schädigungen nach einmaligen oder wiederholten Bestrahlungen der Halsgegend bei den verschiedensten Erkrankungen sind öfters beschrieben worden. In diese Gruppe gehören die Kehlkopf-Schädigungen nach Behandlung tuberkulöser Halsdrüsen (HOLFELDER, WETZEL u. A.), bei Aktinomykose (KÖNIG), die von SCHMIDT (Virch. Arch. 231) beschriebene furchtbare, völlige Nekrose des Kehlkopfs nach Bestrahlung einer Sykosis u. A. In diesen Fällen, besonders in dem letztgenannten, handelt es sich um Affektionen, bei denen im allgemeinen geringe Dosen bei der Röntgen-Therapie in Betracht kommen. Grösser wird die Zahl der Schädigungen, wenn es sich um Bestrahlung von Carcinomen des Kehlkopfes oder der Halsgegend überhaupt handelt. Dies geht aus den Veröffentlichungen von HOFMEISTER und JÜNGLING hervor, die bei einem verhältnismässig kleinen Material innerhalb von 11 Monaten 3 Fälle tödlicher Kehlkopf-Nekrose als Bestrahlungsfolge beobachteten. In einer Arbeit über die Gefahren der Kehlkopfschädigung durch Röntgenstrahlen (Fortschr. a. d. Geb. der Röntgenstr. XXI) hat HALBERSTAEDTER dargelegt, dass er unter mehr als 500 Patienten, die wegen verschiedenster Affektionen, insbesondere wegen Carcinomen der Halsgegend, bestrahlt wurden, keine schweren Reaktionen des Kehlkopfes beobachtet habe, und dass sich die Gefahren schwerer Kehlkopfschädigungen vermeiden lassen.

Von diesen schweren Schädigungen, welche naturgemäss nicht zu übersehen sind, soll hier nicht die Rede sein, sondern von einer an sich *harmlosen* Veränderung der Kehlkopfschleimhaut, auf die zuerst TONNDORF (Zeitschr. f. Hals-Nase-Ohren-Krankh. Bd. XIII) aufmerksam gemacht hat. In dem von TONNDORF beschriebenen Fall handelt es sich um einen im Alter von 15<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Jahren wegen linksseitiger Halslymphome 4 mal in Zwischenräumen von 14 Tagen bestrahlten jungen Mann, bei dem im Anschluss daran Röntgenschädigungen der Halshaut bis zur Ulceration auftraten, die schliesslich abheilten. Nach 5<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Jahren



Fig. 1.

kopfschleimhaut gefunden wurde, ohne dass ihm selbstbesondere Beschwerden im Hals aufgefallen wären. Der jetzt 21jährige Mann J. P. wurde im Jahre 1920 wegen tuberkulöser Lymphome an der rechten Halsseite wiederholt mit Röntgenstrahlen behandelt. Die Behandlung geschah in einer auswärtigen chirurgischen Klinik, sicher mit grösster Sorgfalt. Es wurde bestrahlt am 10.II. 30.III. 20.IV. 11.V. 1.VI. 22.VI. 21.VII. 21.VIII. 14.IX. 8.X. 29.X und 19.XI. Die Bestrahlungen wurden unter 4m/m Aluminium vorgenommen und

war die typische Röntgenhaut mit dichtem Gefässnetz in dem bestrahlten Bezirk um den Hals herum zu sehen, aber ausserdem eine hochgradige Atrophie der darunter liegenden Weichteile, sodass der Hals ausserordentlich dünn erschien, Kragenweite 30 cm. Der Kehlkopf des nunmehr 21jährigen Mannes zeigte auf den weissen Stimmlippen eine Gefässzeichnung in ähnlicher Weise, wie auf der äusseren Haut, weniger ausgeprägt auch auf den Taschenbändern. Dieser Befund auf der sonst normalen Schleimhaut des Kehlkopfes ist in diesem Falle *erstmalig* zur Beobachtung gekommen.

Ein analoger Fall wurde im Krebs-Institut der Charité festgestellt. Es handelte sich um einen Patienten, bei dem die Veränderung der Kehlkopf-



Fig. 2.



jedes Mal 100 F. appliziert. Die Lymphome sind danach geheilt. Hautrötungen hat der Patient nicht wahrgenommen, doch ist auf diese Angaben kein grosser Wert zu legen, da er damals erst 15 Jahre alt war. Auffallend war ihm nur eine Trockenheit des Mundes, besonders auf der rechten Seite. Nach 2—3 Jahren stellten sich allmählich zunehmende Gefässerweiterungen in der Haut der rechten Halsseite bis zur Wange ein, während gleichzeitig von dem Patienten ein Zurückbleiben der Weichteilentwicklung auf dieser Seite gegenüber der linken bemerkt wurde. An der rechten Halsseite zeigt die Haut der Unterkiefergegend, nach unten bis in die Höhe des Ringknorpels, nach oben bis in die Höhe des Ohr läppchenansatzes reichend, ein dichtes Netz von Gefässerweiterungen, das wie ein Naevus flammeus erscheint. Fig. 1. Die Haut selbst fühlt sich in diesem Bezirk glatt und atrophisch an. Es besteht ausserdem auch eine Atrophie der Halsmuskulatur der rechten Seite, insbesondere scheint der links gut sich abhebende Sternocleidomastoideus auf der rechten Seite nur angedeutet. Mund- und Rachenorgane zeigen bis auf die Trockenheit, die durch die Einwirkung der Röntgenstrahlen auf die Speicheldrüsen zu erklären ist, keine Veränderungen. Der Kehlkopf ist in Form und Funktion normal. Es erscheinen aber in der Schleimhaut, insbesondere an den Stimm- und Taschenbändern, sternförmige und spinnenartige Gefässerweiterungen, die sich genau in derselben Weise markieren, wie wir es auf der äusseren Haut zu sehen gewohnt sind. Weder subjektiv noch objektiv sind am Kehlkopf ausser diesen Gefässerweiterungen Störungen festzustellen. Fig. 2.

Wir haben in weiteren 16 Fällen — insgesamt also in 17 Fällen — Untersuchungen des Kehlkopfes vorgenommen, bei denen wegen verschiedener Erkrankungen Bestrahlungen der Halsgegend ausgeführt worden sind. Es wurden nur solche Patienten ausgewählt, bei denen die Bestrahlungen mindestens über zwei Jahre zurücklagen. Die einzelnen 17 Fälle verteilen sich auf die Länge der Zwischenzeit zwischen Beginn der Bestrahlung und jetziger Kehlkopf-Untersuchung wie folgt:

Zwischenzeit in Jahren	Zahl der Patienten	Veränderungen der Kehlkopfschleimhaut
10 und darüber	2	2
9	3	
8	2	1
7	2	
6	1	1
4	2	
3	2	
2	3	

Veränderungen der Kehlkopf-Schleimhaut, allerdings in viel geringerem Masse als in dem beschriebenen, fanden wir bei einem vor zehn Jahren zuerst und dann wiederholt bestrahltem Falle, ein zur Zeit der Bestrahlung 15jähriges Mädchen mit tuberkulösen Drüsen und Struma betreffend, bei der die äussere Haut des Halses leicht atrophisch und pigmentiert war. Bei dieser Patientin zeigte sich eine vermehrte Gefässzeichnung auf den Stimm- und Taschenbändern sowie auf der Vorderwand der Trachea.

Bei einem weiteren Fall, bei dem auf beiden Taschenbändern etwas vermehrte Gefässzeichnung zu erkennen war, handelte es sich um einen vor acht Jahren bestrahlten Patienten, der zur Zeit der Bestrahlung 40 Jahre alt war und der wegen ausgedehnter Halsdrüsen-Tuberkulose 4 Jahre hindurch in sechs Serien an beiden Halsseiten bestrahlt wurde. Die Halshaut war zur Zeit der Kehlkopf-Untersuchung diffus sklerodermieartig infiltriert, zeigte ein dichtes Netz von Gefässerweiterungen und an einigen Stellen Ansätze von verrukösen Veränderungen. Trotz dieser sehr ausgedehnten und tiefgehenden Hautveränderungen waren die Gefässerweiterungen auf der Kehlkopfschleimhaut nur in sehr geringem Umfange vorhanden.

Ähnlich verhielt sich ein vor 23 Jahren wiederholt bestrahlter Patient, der zur Zeit der Bestrahlungen 10 Jahre alt war. Auch bei diesem waren nur etwas vermehrte Gefässzeichnungen auf den Taschenbändern sichtbar, während die Haut des Halses und des Gesichtes hochgradige Atrophie, dichte Gefässnetze, stellenweise sogar kleine Ulcerationen und verruköse Bildungen aufwies.

In allen anderen Fällen waren keine Veränderungen der Kehlkopfschleimhaut zu verzeichnen.

Es sind also die beschriebenen Veränderungen verhältnismässig selten und in den beobachteten Fällen mit äusserlich vorhandenen, starken Hautveränderungen verbunden; aber nicht in jedem Falle, wo diese äusseren Hautveränderungen vorhanden sind, können die Gefässerweiterungen in der Kehlkopfschleimhaut festgestellt werden. Dass es sich in den beiden ausgeprägtesten Fällen um jugendliche Patienten handelte, ist sicher von Bedeutung, weil einmal infolge des geringen Halsdurchmessers die Tiefendosis am Kehlkopf eine grössere ist als bei den Erwachsenen, andererseits auch mit einer grösseren Empfindlichkeit der Haut und Schleimhaut Jugendlicher zu rechnen ist.

In allen Fällen waren subjektiv und objektiv keinerlei Zeichen einer sonstigen anatomischen oder funktionellen Kehlkopfstörung vorhanden. Dies ist immerhin auffallend, wenn man bedenkt, dass in dem Falle von TONNDORF insbesondere, aber auch in unserem ersten eine ganz erhebliche Schädigung der Weichteile des Halses stattgefunden

hat. — In diesem Falle, wo nur von einer Seite bestrahlt wurde, ist der rechte musc. Sternocleidomastoideus sehr zurückgeblieben, in dem Fall von TONNDORF aber zirkulär eine hochgradige Atrophie und Sklerose der Halsweichteile zu verzeichnen. Es scheint demnach, dass der normale Kehlkopf nicht so ausserordentlich strahlenempfindlich ist, wie man es nach den oben erwähnten Beobachtungen von Kehlkopfgangrän und -Nekrose annehmen könnte, vielmehr müssen wir berücksichtigen, dass bei pathologischen Prozessen im Kehlkopf und seiner Umgebung Sonderverhältnisse der Strahlenempfindlichkeit oder der Auswirkungsmöglichkeit von Bestrahlungsfolgen bestehen, durch die die schweren Spätnekrosen, z. B. in den Fällen von JÜNGLING zu erklären sind. Bei den schweren Schädigungen gesunder Kehlköpfe handelt es sich wohl stets um ganz erhebliche Ueberdosierungen, wie in dem von SCHMIDT sezierten und publizierten Fall.

### ZUSAMMENFASSUNG

In scheinbar sehr seltenen Fällen treten auf der sonst normalen Kehlkopfschleimhaut Gefäss-Ektasien auf, die den an der Haut beobachteten vollkommen entsprechen. Die bisher beobachteten Fälle betreffen in jugendlichem Alter bestrahlte Patienten, bei denen gleichzeitig starke Röntgen-Veränderungen der Haut sowie fast immer Atrophie der Weichteile bestand.

### SUMMARY

Dilatation of vessels in an otherwise normal mucous membrane of the larynx apparently occurs in very rare cases and corresponds entirely to similar changes in the skin. The cases observed so far have occurred in patients treated with Röntgen-rays in young adult life who simultaneously had marked Röntgen changes in the skin as well as nearly always atrophy of the soft parts.

### RÉSUMÉ

Dans certains cas manifestement très rares, il se produit, sur une muqueuse laryngée par ailleurs normale, des ectasies vasculaires correspondant entièrement à celle que l'on observe au niveau de la peau. Les cas observés jusqu'ici concernent des adolescents ayant subi des irradiations par rayons X, et chez lesquels on a observé simultanément des modifications radiologiques marquées de la peau et presque toujours de l'atrophie des parties molles.



## OSTITE DESTRUCTIVE NON TUBERCULEUSE A FOYERS MULTIPLES ET CIRCONSCRITS

par

*Robert Hanson*

(Tabulæ I—VI)

Depuis 1918 j'ai eu l'occasion d'examiner à maintes reprises 3 patients atteints de foyers osseux destructifs circonscrits d'un caractère très spécial. Ces foyers, qui occupaient le squelette de la main et du pied, dépendaient vraisemblablement, chez ces trois patients, d'une cause identique.

Comme l'affection pourrait bien être rare ou tout au moins peu commune — car dans la littérature médicale je n'ai rencontré aucun fait similaire — je crois que mes observations valent la peine d'être publiées.

Obs. I. G. J., 28 ans, ouvrier. Mère vivante et bien portante; elle n'a jamais eu de fausses couches. Père mort de rhumatisme articulaire. Pas d'hérédité goutteuse.

Le patient a sept collatéraux. Un frère est décédé à un an d'une affection inconnue.

Comme enfant, notre malade eut une rougeole légère et une scarlatine; d'une manière générale il fut bien portant durant sa période de croissance; il a fait son service militaire comme combattant. Depuis lors il s'est bien porté, sinon que, en automne 1919, il eut la «grippe espagnole» avec fièvre élevée et demeura au lit pendant quatre jours; il put reprendre son travail huit jours après être tombé malade. Pas de complications. Il nie toute infection vénérienne. Le malade est marié; il a deux enfants bien portants, respectivement âgés de huit et dix ans.

Pendant toute sa vie il a vécu sur un régime alimentaire pauvre en purines.

De quinze à vingt-et-un ans il est employé à diverses besognes, pas trop pénibles, dans une scierie; plus tard, il se livre à des travaux plus rudes, tels que les coupes de bois et autres besognes de ce genre.

En juillet 1920, il travaillait au chargement du macadam et maniait la pelle des journées entières. Au bout d'un mois de ce travail, il commence à éprouver de la raideur dans le poignet gauche, surtout le matin; après deux nouvelles semaines l'articulation commença à se tuméfier.

Une semaine environ plus tard il commence à éprouver de la raideur dans son poignet droit et, un mois après, cette articulation se met à gonfler. Il ressent en outre des douleurs dans les articulations et les os du carpe, quand il subit à leur niveau un choc ou un coup; en même temps les mouvements rapides du poignet sont douloureux aussi bien dans l'extension et la flexion que dans les mouvements de latéralité. Il a pu travailler jusqu'au 4.9.20, bien qu'avec peine durant la dernière semaine, en raison des vives douleurs ressenties dans les poignets et de la perte de ses forces dans les mains et les doigts.

Le 8.9.20, il va consulter un médecin qui le soumet au massage pendant deux semaines, puis, comme l'état s'aggrave, lui applique aux poignets un appareil avec attelles.

Je le vois pour la première fois le 30.11.1920.

L'état est le suivant:

Bon état général; pas de toux; pas de sueurs nocturnes.

Subjectivement: Le malade accuse de la raideur, des douleurs et de la sensibilité à la pression dans les deux poignets et aux insertions humérales des deux deltoïdes, de la diminution des forces dans les bras et les mains.

Objectivement: L'aspect général est d'un homme bien portant. Taille: 178 cm; constitution assez vigoureuse. Thorax bien conformé. Rien aux poumons, ni au cœur. Pas de fièvre. Urine: ni sucre, ni albumine. Les muscles des bras ne sont pas aussi développés qu'on aurait pu s'y attendre en raison du travail exécuté pendant plusieurs années; cependant pas d'atrophie évidente des muscles des bras ou des mains. Rien du côté de la sensibilité et des réflexes. Pas d'altérations cutanées. Les deux articulations du poignet et les deux carpes sont tuméfiées aussi bien sur leur face postérieure qu'antérieure; c'est à peu près le même aspect que celui d'une tuberculose discrète des os du carpe. Le gonflement paraît siéger surtout dans les parties molles; la pression des doigts laisse derrière elle de faibles godets. A part une légère sensibilité à la pression au niveau du scaphoïde et du semi-lunaire droit, les régions tuméfiées sont indolentes. Au niveau des articulations la peau paraît plus chaude que dans le voisinage.

La flexion et l'extension des poignets sont réduites à 50° environ, l'ab- et l'adduction, à 30° environ.

Les doigts ne sont pas tuméfiés ou douloureux au palper; la mobilité de leurs articulations est normale. Pas de symptômes pathologiques du côté des autres articulations.

Sensibilité insignifiante au niveau des insertions humérales des muscles deltoïdes.

La radiographie des bras donne une image normale.

Par contre, sur une radiographie des poignets et des mains on voit une série d'altérations singulières. Main gauche: au milieu du scaphoïde, ainsi que dans le pyramidal, on voit un foyer bien limité d'un volume approchant de celui d'un poids et d'une densité moindre que l'os environnant qui présente une structure normale; dans le trapèze et l'os crochu foyers similaires, mais plus petits. L'interligne articulaire du scaphoïde et du semi-lunaire est réduit, les contours des os contigus sont usés, le cartilage articulaire de l'articulation radiocarpienne est détruit sur une étendue considérable; le cartilage articulaire entre le trapèze et le scaphoïde est fortement réduit. Immédiatement au-dessous de la surface articulaire du radius se voient également une série de petits foyers de destruction, gros comme des grains de millet.

A la main droite, altérations similaires, mais moins accusées.

Réaction de Wassermann négative.

Comme l'évolution de la maladie et les résultats de l'examen plaident en faveur d'un processus traumatique ou peut-être inflammatoire, mais de cause indéterminée, le patient est traité par des enveloppements chauds et humides; il reçoit en outre un appareil avec attelles prenant les mains et les articulations du poignet.

Afin d'étudier de plus près la nature de cette affection, on admet ce malade dans le service de chirurgie de l'hôpital de Karlstad, le 12.12.20, et on l'y traite jusqu'au 18.12.20. Pendant ce temps l'état local demeure sans changement. Le malade est afebrile. Les épreuves cutanées de Pirquet à la tuberculine donnent un résultat négatif.

Le Prof. GÖSTA FORSELL, qui eut la bonté d'examiner les clichés pris le 30.11, s'exprime ainsi à leur sujet: »Les images sont vraiment d'un genre tout à fait particulier. Je ne crois guère qu'il s'agisse d'une affection tuberculeuse, mais j'incline fort à penser qu'il s'agit peut-être d'une arthrite traumatique avec foyers limités de resorption».

Sur la proposition du Prof. FORSELL on institua un traitement par les rayons de Röntgen, traitement qui se poursuivit jusqu'à la fin de la cure.

Il fut recommandé au malade de ne point travailler et de ménager ses mains autant que possible. Il fut examiné à deux semaines d'intervalle et une amélioration frappante se produisit peu à peu. Une radiographie des mains fut prise le 21.1.21 (voir fig. 1 et 2).

Le 23.3.21, voici ce qu'on note dans l'observation: La force générale de la main gauche a notablement augmenté; pas de gonflement ou de sensibilité au niveau de l'articulation du poignet. Celle-ci est un peu raide le matin. La flexion dorsale est peut-être légèrement diminuée; la mobilité des articulations de la main est en général normale.

A la flexion dorsale du poignet droit, légère douleur dans les articulations du poignet du côté dorsal; ce poignet est raide le matin.

La force générale de la main droite est notablement diminuée, mais a un peu augmenté depuis décembre 1920; léger gonflement au niveau de la face dorsale du poignet; légère sensibilité au niveau du scaphoïde et de l'articulation radiocarpienne immédiatement au-dessus de l'apophyse styloïde du cubitus. La flexion dorsale du poignet atteint environ 135°; flexion palmaire de 135°. Ab- et adduction normales. Les articulations phalangiennes du médius et de l'annulaire sont gonflées, sensibles au palper; pas de limitation des mouvements dans ces articulations. En radiographie, pas d'altérations du squelette digital à l'exception d'un foyer du volume d'un grain de millet dans l'extrémité distale du premier métacarpien de la main gauche. En raison d'une amélioration notable de l'état local et dans l'intérêt économique du patient, on lui permet de se livrer à un travail léger.

22.6.21. Pas de symptômes subjectifs. Les mouvements des deux poignets et des doigts ont une amplitude presque normale. Pas de gonflement ou de sensibilité; déformations insignifiantes. Cet état se maintient jusqu'en automne 1922. Lors de l'examen du 4.9.22, le malade a, pendant le dernier mois, exécuté des travaux pénibles; depuis ce temps il a remarqué une aggravation manifeste; dans les poignets douleurs profondes, presque continues; sensibilité dans les articulations jusqu'au soir; douleurs dans les pieds, surtout le matin, et, quand il se tient debout, localisées dans les talons et les articulations métatarso-phalangiennes. Le patient présent maintenant



un léger gonflement des deux poignets surtout le droit; mouvements normaux des deux poignets, sinon que la flexion dorsale est réduite à 45° des deux côtés. Pas de gonflement des doigts dont la mobilité est normale.

Pied plat valgus double prononcé; sensibilité nette au niveau des articulations métatarso-phalangiennes et léger gonflement à leur niveau.

Sur une radiographie (Fig. 3, 4) des pieds on voit, à l'extrémité supérieure des premières phalanges, de même que dans plusieurs têtes des métatarsiens, une série de foyers destructifs bien limités dont le volume varie d'une tête d'épingle à un grain de millet.

On prescrit la cessation de tout travail; le malade s'en trouve mieux; mais, deux semaines plus tard, les genoux se mettent à gonfler, s'enraidissent et deviennent le siège de douleurs intérieures continues.

Admis de nouveau à l'hôpital de Karlstad (service de chirurgie), le 18.10.22.

Etat à l'admission: Le patient a maigri notablement et n'a pas l'air aussi bien portant qu'autrefois; l'appétit est bon; pas de toux; pas de sueurs nocturnes. Température: 37.8° à 38.4°.

Poumons: pas de matité certaine; affaiblissement du murmure vésiculaire dans les fosses sus-claviculaire et sus-épineuse droites; pas de bruits anormaux.

Atrophie évidente des muscles des bras, des avant-bras et des mains. Les articulations du carpe et de l'épaule n'offrent pas d'altérations visibles. Les articulations du poignet et du carpe offrent à peu près le même aspect que dans les examens antérieurs, avec cette différence que le gonflement des parties molles est moins accusé.

Les muscles de la cuisse et de la jambe des deux membres inférieurs sont relâchés et atrophiés. Les articulations du genou sont notablement gonflées, ce qui est dû à un épanchement intra-articulaire et à l'épaississement notable de la capsule articulaire. Dans les parties abordables au palper les capsules sont fort douloureuses. Toutes les articulations métatarso-phalangiennes sont notablement gonflées et douloureuses à la pression, surtout celles des premier et deuxième orteils des deux pieds; pas de limitation des mouvements des orteils qui sont douloureux. Traitement: repos au lit, régime fortifiant; rayons de Röntgen et lampe de quartz pour les articulations atteintes. Une semaine après l'admission, douleurs profondes dans les articulations du coude; la capsule est épaissie des deux côtés et sensible au palper; léger exsudat intra-articulaire.

Ponction du genou le 17.11; on retire 35 c. c. d'un liquide limpide, filant et dont les cultures sur le bouillon ou l'agar demeurent stériles. Après centrifugation on trouve dans le dépôt un faible nombre de lymphocytes et quelques leucocytes isolés. On n'y découvre pas de bacilles tuberculeux. Injecté au cobaye (4 animaux), le dépôt centrifugé donne des résultats négatifs.

21.12.22. L'état général s'est aggravé au cours du traitement hospitalier. Amaigrissement frappant; ni toux, ni sueurs nocturnes.

La sensibilité au niveau des articulations du coude a augmenté; une photographie de Röntgen montre maintenant une atrophie, en forme de foyer, des extrémités articulaires («atrophie vermoulue»). L'apparence clinique d'arthrite tuberculeuse est maintenant plus prononcée que jamais aux poignets. Sensibilité au palper sur tous les os du carpe des deux côtés. Ongles en verre de montre à tous les doigts. Toutes les articulations des doigts sont sensibles à la pression et gonflées; l'extension dans les articulations moyennes a diminué de 30° environ, la flexion palmaire environ 60° et, pour les deux

poignets, l'extension dorsale a subi une réduction de  $30^\circ$ ; limitation insignifiante de l'ab- et de l'adduction. Les articulations du genou et des orteils sont à peu près comme à l'admission. Pas d'altérations radiographiques du squelette des mains et des pieds depuis le dernier examen.

Poumons: défaut d'ampliation manifeste du sommet droit; légère matité dans la fosse sus-claviculaire droite et le premier espace intercostal, ainsi que dans la fosse sus-épineuse. Affaiblissement du murmure vésiculaire dans la fosse sus-claviculaire et dans le premier espace intercostal droit; bruit respiratoire voilé dans la fosse sus-épineuse droite.

Examen radiologique: mouvements normaux du diaphragme; les sinus costo-diaphragmatiques se remplissent normalement. Sur le cliché, dans les deux hiles, on voit les ombres, très accusées, de ganglions partiellement calcifiés.

Du 18. 10 au 22. 12, alors que le patient était dans son lit, sa température oscille entre  $36.5^\circ$  et  $37.7^\circ$  le matin,  $37.3^\circ$  et  $38.4^\circ$  le soir.

A Karlstad, j'ai vu le malade pour la dernière fois en mars 1923. Tous les symptômes étaient alors moins prononcés; mais l'incapacité de travail persistait. Il est admis le 11. 12. 24 à l'hospice d'Älvgård, où il est traité pendant 10 semaines avec des bains de pied et de main chauds.

Il s'en trouve beaucoup mieux. Aux changements de temps il a des douleurs dans les articulations atteintes.

Je l'ai examiné du 12. 9 au 1. 10. 25.

Bon état général. Poids: 80.7 kg. Réaction de Pirquet négative. Afébrile. Epreuve négative à la tuberculine, à deux jours d'intervalle, avec 1, 5 et 10 mgm de tuberculine. Amygdales hypertrophiées avec cryptes.

Poumons: pas d'altérations démontrables à la percussion ou l'auscultation. L'examen radiographique à l'écran et sur photographie (au Serafimerlasaret) ne montre non plus aucune altération pulmonaire évidente.

Pas de gonflement du poignet droit: flexion dorsale:  $30^\circ$ ; flexion palmaire:  $60^\circ$ . Ab- et adduction:  $15^\circ$ . Contracture en flexion d'environ  $30^\circ$  dans les deuxième et cinquième articulations métacarpo-phalangiennes; toutes ces articulations sont gonflées et sensibles au palper, ainsi que toutes les articulations des doigts.

Le poignet gauche est dans le même état que le droit.

L'extension du coude a diminué de  $15^\circ$ . Capsule épaissie, indolente au palper.

Le ganglion épitrochléen a des deux côtés le volume d'une amande.

Genoux: la capsule articulaire est des deux côtés moyennement épaissie, indolente.

12. 9. 25. Excision du ganglion épitrochléen droit; au microscope, pas d'altérations pathologiques (Dr REUTERWALL).

18. 9. Tonsillectomie bilatérale. Au microscope, les deux amygdales offrent une structure normale (Dr REUTERWALL).

Pour essayer de reconnaître la nature des foyers osseux, on curette le foyer du scaphoïde gauche. En ce point l'os est moins dense que dans le voisinage; au microscope, les trabécules osseuses des fragments excochlées sont atrophiques; on y voit de petits infiltrats de cellules rondes groupées en foyers, sans aucun indice de tuberculose, de syphilis ou d'ostéite fibreuse (Dr REUTERWALL).

23. 9. 25. La radiographie du squelette des mains et des pieds (voir fig. 5, 6, 7, 8) montre les mêmes altérations qu'antérieurement. Toutefois on dé-

couvre maintenant des foyers limités de destruction, gros comme un bon grain de riz, dans l'extrémité distale de la première phalange des médus et auriculaires de la main gauche, ainsi que dans l'extrémité distale de la première phalange des index et annulaire de la main droite.

Dans l'observation précédente il s'agit donc d'un manouvrier de vingt-huit ans qui, en juillet 1920, après un interval pénible pendant un mois, commence à être incommodé par de la raideur, des douleurs et du gonflement dans le poignet droit. La gêne devient peu à peu si intense que, au début de septembre de la même année, il est obligé d'abandonner son travail. A l'examen clinique de septembre 1920, les deux poignets présentaient les mêmes apparences qu'on observe dans une ostéomyélite tuberculeuse du carpe.

La radiophotographie du squelette de la main gauche montrait au milieu du scaphoïde et du pyramidal des foyers de destruction à peu près du volume d'un pois, foyers bien limités du côté de l'os voisin qui présente une structure normale; dans le grand os et l'os crochu se voyaient des foyers similaires, mais plus petits. L'interligne articulaire du scaphoïde et du semilunaire était annihilé et dans ces os les surfaces articulaires au contact offraient des inégalités. Le cartilage articulaire de l'articulation radio-carpienne était détruit sur une grande étendue; le cartilage entre le trapèze et le scaphoïde était fortement réduit.

Immédiatement au-dessous de la surface articulaire du radius se voyaient encore une série de foyers gros comme des grains de millet, décalcifiés ou en voie de destruction et situés dans un os d'apparence normale. Des altérations analogues se voyaient à la main droite. Réaction de Pirquet négative, ainsi que l'épreuve à la tuberculine avec 1, 5 et 15 mgm.

Réaction de Wassermann négative.

Après qu'il eut cessé de travailler, en mars 1921, le patient se trouvait, tant sous le rapport objectif que subjectif, tellement amélioré qu'on lui permit d'exécuter de petits travaux; c'est ce qu'il fit jusqu'en septembre 1922, époque où, après un mois de travail pénible, les gênes douloureuses reparurent aux mains; en même temps les articulations métatarso-phalangiennes devenaient sensibles à la pression et douloureuses. Sur une radiographie des pieds on voyait maintenant dans presque toutes les têtes des metatarsiens, ainsi qu'à la base des premières phalanges des orteils, immédiatement au-dessous du cartilage, une série de foyers arrondis, gros comme des têtes d'épingle ou des grains de millet, décalcifiés, sans destruction du cartilage articulaire.

En dépit du repos, après deux semaines, les genoux se mirent à gonfler, ainsi que les capsules articulaires et un épanchement in-

tra-articulaire s'établit. L'exsudat du genou était limpide, filant, ne donnait aucune germination dans le bouillon ou sur l'agar. Le dépôt obtenu par centrifugation contenait un nombre modéré de lymphocytes et quelques leucocytes isolés. L'injection de ce liquide à un cobaye donna un résultat négatif.

Une semaine environ après l'apparition des symptômes des genoux, les deux articulations du coude devinrent à leur tour sensibles et la capsule s'épaissit.

Sur une radiophotographie des genoux et des coudes on ne voyait aucune altération à l'époque de l'apparition de ces symptômes.

Durant le séjour hospitalier, du 18.10 au 22.12, la température était subfébrile. En dépit du repos au lit, du régime, du traitement par les rayons de Röntgen et la lampe de quartz, les souffrances du malade s'aggravèrent pendant cette période.

Sur une radiophotographie du 21.12.22, les articulations du coude et du genou montrent une atrophie manifeste, «vermoulue», des extrémités articulaires.

La radiophotographie des poumons montre les ganglions du hile hypertrophiés.

Lors d'un examen ultérieur, en septembre 1925, les foyers du squelette de la main n'ont guère changé; ceux du squelette du pied ont presque disparu; les altérations des extrémités articulaires des genoux et des coudes ont également disparu. Pas d'altérations pathologiques sur les coupes des amygdales ou du ganglions épitrochléen. Les préparations microscopiques du foyer du scaphoïde gauche montrent des trabécules osseuses atrophiées et de petits infiltrats de cellules rondes.

La quantité d'acide urique du sang, après une semaine de régime exempt de purines, est de 2,2 mgm % (Docent TILLGREN).

Durant les premiers temps, alors que les mains étaient seules atteintes, il était bien difficile de pénétrer la nature des altérations. Le gonflement et la sensibilité plaidaient en faveur d'un processus inflammatoire.

L'aspect des articulations du poignet et du carpe faisaient certainement et tout de suite penser à une tuberculose légère des deux carpes; la lente apparition des douleurs semblait, elle aussi, indiquer une tuberculose; par contre, les images radiographiques prouvaient qu'il s'agissait d'une maladie avec foyers multiples, bien limités, décalcifiés ou destructifs, occupant certains os, d'apparence normale, dans le carpe ou siégeant au-dessous du cartilage du radius; on constatait en outre la destruction du cartilage au niveau des interlignes articulaires des os atteints; or tout ce tableau ne répondait guère à ce qu'on a l'habitude de voir dans la tuberculose.

Le patient imputait lui-même son affection au travail excessif accompli par ses poignets; dès lors il était tout naturel de penser que les coups répétés contre les poignets et les carpes, ainsi que les tiraillements occasionnés par les mouvements des mains pendant le chargement du macadam, avaient occasionné une arthrite traumatique; les foyers osseux multiples décélés par la radiographie dépendaient apparemment du même genre de trauma, lequel avait pu occasionner une mauvaise nutrition des os par la lésion des petits vaisseaux; le résultat en avait été la destruction de certaines zones osseuses et finalement leur résorption.

On sait que, dans les fractures transversales du scaphoïde, les portions osseuses entourant le foyer de la fracture peuvent, au bout d'un certain temps, se résorber et donner lieu à des lacunes d'apparence kystique dans les fragments qui se font face. HAHN, PREISER, SCHINZ et autres ont décrit des faits de ce genre. La fig. 16 en montre un exemple recueilli, en 1918, à la clinique chirurgicale du Serafimerlasaret:

H. E., typographe, 29 ans, s'est tordu le poignet, il y a un an et depuis lors, par périodes, il souffre et présente de la sensibilité à la pression au-dessus de la partie interne du poignet droit.

En radiographie on voit les altérations suivantes: «Fracture transversale siégeant vers le milieu du scaphoïde. Auprès du foyer de fracture le tissu osseux s'est raréfié dans une petite zone arrondie d'environ 1 cm de diamètre; légère sclérose du voisinage. Les fragments semblent mobiles l'un sur l'autre (et se rapprochent l'un de l'autre dans l'abduction du poignet). Il existe ici une ostite traumatique s'accompagnant de résorption et consécutive à la fracture» (FORSSELL, HANSSON).

Dans l'anamnèse de notre patient il n'existait aucune donnée en faveur d'une ostéomyélite gommeuse. La réaction de Wassermann était négative. Les gommes se localisent habituellement dans les diaphyses des doigts et des orteils et les radiographies montrent souvent que le processus s'accompagne de périostite. Dans l'ostéomyélite gommeuse on observe souvent de la cyanose des extrémités digitales et autres troubles trophiques.

Dans l'ostite fibreuse généralisée on peut également trouver des foyers nettement limités dans les doigts et le carpe, mais on en trouve aussi dans les autres doigts. L'affection a un caractère progressif; dans ce cas il se produit un effacement partiel des foyers.

Il ne peut s'agir non plus d'un néoplasme; l'évolution de la maladie s'y oppose.

Les images radiographiques des mains ne rappellent pas non plus celles qu'on a décrites dans le lupus pernio: foyers de destruction multiples intra-osseux dans les épiphyses et les métaphyses des doigts



et orteils, sans périostite ou atrophie générale et dans la plupart des cas sans foyers dans les autres os.

Les petits foyers des phalanges des orteils et des têtes des metatarsiens dans mon observation rappellent les lésions décrites par SCHAU-MANN dans le lupus pernio et les sarcoïdes de Boeck.

Pour cette dernière raison on pourrait croire qu'il s'agit d'une localisation anormale de cette maladie décrite en 1914 par SCHAU-MANN sous le nom de »lymphogranulome bénin«.

Cette affection, comme on le sait, se montre sous forme de foyers tuberculoïdes nettement circonscrits, exempts de nécrose, localisés au système ganglionnaire lymphatique, aux amygdales et à la moelle osseuse. Comme SCHAU-MANN l'a montré, elle mène une existence fort silencieuse, car les ganglions et les amygdales, bien que bourrés de »tubercules«, ne présentent en général pas d'augmentation frappante de volume. Localisée à la moelle osseuse, l'affection ne se trahit pas nécessairement par des phénomènes radiographiques ou cliniques; dans certains cas cependant elle détermine des destructions osseuses circonscrites qui se localisaient généralement aux extrémités des phalanges ou des métacarpiens (ou des métatarsiens); on les voit avec une extrême netteté sur les images radiographiques.

Dans la littérature radiologique allemande ces images ont reçu, en ces dernières années, le nom impropre d'»ostites kystiques«, d'»ostites kystiques multiples«.

De même que les autres affections du système lymphatique, le lymphogranulome bénin se localise dans la peau: sous la forme du lupus pernio ou des sarcoïdes dites de Boeck. C'est d'ailleurs sur la présence du lymphogranulome bénin dans ces différentes affections cutanées que SCHAU-MANN a fondé sa démonstration de leur identité génétique.

Par suite de l'existence silencieuse que mène le lymphogranulome bénin, ce sont tout d'abord les altérations cutanées qui frappent l'attention du malade ou du médecin et les mettent sur la voie de leur découverte. Dès le début cependant SCHAU-MANN a fait observer qu'il devait exister un »lupus pernio sine lupo«.

Ce fut justement cette forme morbide dont j'admis l'existence chez mon malade, à cause des images röntgenographiques, et bien que la localisation aux os du carpe me fit hésiter.

En 1919, JÜNGLING a publié 4 cas d'une maladie qu'il appelle l'»ostite tuberculeuse multiple kystique«; dans le premier de ces cas — ainsi que dans le mien — on trouvait des foyers dans le grand os et l'os crochu droits, puis dans l'os crochu gauche; ces foyers n'étaient pourtant pas aussi nettement délimités que dans mon observation.



Pour me rendre compte si par hasard, chez mon malade, il s'agissait d'un »lupus pernio sine lupo», j'extirpai les amygdales et un des ganglions épitrochléens. L'examen microscopique de ces pièces ne révéla aucune altération pathologique. Les lésions osseuses ne pouvaient donc être imputées à la lymphogranulomatose bénigne. Je curettai alors le foyer du scaphoïde. A l'étude microscopique des fragments on découvrit simplement une atrophie des trabécules osseuses et de petits infiltrats de cellules rondes sans leucocytes, ce qui était en faveur d'un processus inflammatoire; la fièvre présentée pendant un certain temps par le malade et l'élévation de température cutanée témoignaient dans le même sens. De quelle nature était cette inflammation? Pour l'instant il est impossible de le dire. Le fait que le contenu du foyer osseux était stérile ne s'oppose pas à ce que des bactéries aient été cause de l'affection; car, on ne l'ignore pas, certaines bactéries meurent et disparaissent après un séjour de longue durée dans les tissus.

Mais que la tuberculose ait été la cause des lésions est une hypothèse tout de même peu vraisemblable, puisque les épreuves à la tuberculine furent négatives, aussi bien au début de la maladie que cinq ans plus tard. Les inoculations faites au cobaye et l'absence de lésions tuberculeuses à l'examen microscopique plaident de même contre la tuberculose.

L'affection décrite dans la littérature allemande sous le nom d'»ostite kystique multiple» n'est pas, à mon avis, une affection parfaitement individualisée. Sous ce nom plusieurs auteurs ont décrit d'une part des faits appartenant au lymphogranulome bénin de SCHAUMANN et de l'autre des altérations diverses, en foyers, occupant surtout le squelette de la main et du pied.

Dans mon observation les altérations font songer à celles qu'on a décrites dans plusieurs cas de la soi-disant ostéite kystique multiple.

Se fondant sur des raisons radiographiques, RIEDER émet l'opinion — assez singulière — que, chez ses deux malades, il s'agissait d'une ostéomyélite tuberculeuse »combinée» à du lupus pernio; il semble donc admettre que les altérations osseuses et cutanées sont de nature différente.

En 1914, SCHAUMANN a imputé les foyers osseux présents dans le lupus pernio à la localisation médullaire de son lymphogranulome bénin, idée dont il démontra l'exactitude en 1919 à l'aide de l'examen histologique et expérimental d'orteils amputés.

En 1919, MUSCHTER a publié un cas de lupus pernio s'accompagnant d'altérations osseuses du type plus haut décrit. De même que SCHAUMANN, il pense que les lésions osseuses et le lupus pernio

dépendent du même virus, mais qu'il faut de nouvelles preuves, avant de pouvoir affirmer que la tuberculose en est la cause première.

JÜNGLING croit avoir démontré que la maladie, assez improprement nommée par lui «ostite tuberculeuse kystique multiple», est de nature tuberculeuse et qu'elle est due à des bacilles tuberculeux d'une virulence atténuée. Pour l'admettre, il s'appuie sur le fait que, dans sa quatrième observation, il obtint une inoculation positive sur un cobaye. Notons cependant que le cobaye en cause — qui avait reçu une injection intrapéritonéale — mourut six mois seulement après l'injection; mais dans la lenteur de cette évolution JÜNGLING voit la preuve que l'agent pathogène n'avait qu'une faible virulence.

Naturellement, VOORHOEVE ne considère pas cette preuve comme suffisante, vu surtout que JÜNGLING n'a nullement indiqué les constatations macro- ou microscopiques faites à l'autopsie de ce cobaye. VOORHOEVE objecte donc avec raison que, si le cobaye mourut six mois seulement après l'injection, c'est qu'il était peut-être atteint non pas de tuberculose véritable, mais de la pseudotuberculose des rongeurs (PFEIFFER). Par conséquent, l'expérience de JÜNGLING ne prouve nullement la nature tuberculeuse de la maladie.

A la Mittelrheinische Chirurgenvereinigung, dans la séance du 30 juillet 1921, HOSEMANN a relaté un cas d'«ostite kystique multiple»; le tissu de granulations avait fait effraction à travers les parties molles et les ongles, sans production de pus ou de nécroses, »so dass das Bild eines Lupus pernio vorgetäuscht wird.»

Il pense que la nature tuberculeuse de la maladie est certaine, car dans le tissu de granulation, qui contenait des cellules épithélioïdes, se voyaient des cellules géantes; mais, de nos jours, pareil fait n'est plus considéré comme une preuve de tuberculose.

A l'occasion du fait de HOSEMANN, JÜNGLING présenta les images radiographiques et les préparations microscopiques provenant de ses 4 malades et fit savoir que le quatrième, un an après l'inoculation au cobaye, avait contracté une tuberculose active des sommets, après six nouveaux mois, une spondylite cervicale grave avec formation d'abcès et qu'il avait finalement succombé à la tuberculose.

Dans son travail »Sur la nature du lymphogranulome bénin» (Acta Dermato-venereologica, 1922, vol. II, p. 409) SCHAUMANN a démontré la présence de la forme bovine du bacille tuberculeux dans l'expectoration d'un malade atteint de lupus pernio. Il est même disposé à incriminer, dans tous les cas, le bacille bovin comme auteur du lupus pernio et des sarcoïdes de BOECK, et cela d'autant plus que cette manière de voir »est d'accord avec quelques-unes des particularités les plus caractéristiques de ces affections».

Dans l'observation de FRÄNKEL le malade avait une »iritis tuber-

culose» et l'examen histologique d'un ganglion révéla une »tuberculose».

Dans le cas de WINCKLER le patient était atteint de syringomyélie.

S'appuyant sur le cas de WINCKLER, VOORHOEVE émet l'hypothèse que »pour qu'une ostite à kystes multiples se développe, il faut non seulement une infection tuberculeuse, mais aussi une altération des centres trophiques des doigts et des orteils.»

Dans les observations de SCHAUMANN il ne se produisit pas de troubles nerveux et dans mon obs. I, où il est question non pas de lupus pernio, mais d'une maladie avec des foyers osseux destructifs multiples, le malade ne présenta pas d'autres symptômes neurologiques que des ongles en verre de montre. Que la polynévrite ait joué un certain rôle dans l'apparition des foyers osseux chez mon second malade est inadmissible, car les foyers osseux étaient déjà complètement développés à l'époque de l'apparition de la polynévrite. Dans ma troisième observation il n'exista aucun trouble nerveux.

Dans mon obs. I on peut également, semble-t-il, exclure la goutte. Tout d'abord il n'existait aucun antécédent héréditaire de ce genre. En second lieu, le malade avait passé toute sa vie avec un régime pauvre en purines. Enfin, la valeur de l'acide urique, après une semaine d'un régime exempt de purines, ne s'élevait pas à plus de 2.2 mgm %. Du reste l'évolution de la maladie ne fut pas celle qu'affectionne la goutte et les altérations osseuses, en radiographie, ne rappelaient pas celles qu'on voit dans la goutte: à savoir des lacunes nettement limitées et situées dans l'os immédiatement au-dessous du cartilage articulaire.

En résumé, chez mon premier malade, l'évolution de la maladie et les divers examens dont il a été fait mention dans son histoire pathologique tendent à montrer que les foyers osseux avaient leur origine dans une inflammation chronique de nature non tuberculeuse.

Obs. II. O. J., 48 ans, ouvrier dans un entrepôt. Admis le 3.12.25 dans le service de chirurgie de St. Göran, Stockholm. N° 156/25 du registre médical du service.

Anamnèse: Père mort à 80 ans; entre 25 et 50 ans il aurait éprouvé dans le dos, les poignets et les chevilles des douleurs que le médecin attribuait à la goutte. Mère vivante et bien portante. Le malade a huit collatéraux, tous bien portants; il a lui-même six enfants bien portants, âgés de 13 à 25 ans. Il nie toute infection vénérienne. Il n'a pas abusé de l'alcool.

Bien portant pendant sa période de croissance; à dix-huit ou dix-neuf ans il tombe d'un toit et se foule les articulations du cou-de-pied; il était rétabli au bout de trois mois.

Un an plus tard, douleurs dans les cous-de-pied, douleurs et gonflement dans les poignets et douleurs dans le dos.

Ces symptômes disparaissent après quelques semaines de lit.

Depuis lors, à plusieurs reprises, quelquefois dans la même année, il a

souffert de gonflement et de douleurs dans les articulations des mains et des pieds. Le froid et l'humidité en furent les causes déterminantes.

Vers le 15. 10. 18, pendant deux soirs de suite, il est pris de frissons s'accompagnant de douleurs par le corps entier. Sa femme et sa fille avaient à la même époque la «grippe espagnole». A quelques jours de là, il commence à s'apercevoir que sa main gauche s'engourdit et que la main et l'avant-bras gauches perdent la sensibilité tactile. Aux doigts la force diminue si bien que, le 20. 10. 18, il ne peut plus travailler.

Le 28. 10. 18, il vient consulter à la polyclinique chirurgicale du Serafimerlasaret où l'on constate une synovite «en bissac» à la face antérieure de l'avant-bras, ainsi que de la polynévrite aux deux mains et à l'avant-bras gauche.

Réaction de Wassermann négative pour le sang.

Ponction lombaire: pas d'ascension de la pression; réaction de Nonne-Opelt négative; un à deux lymphocytes par centimètre cube. Réaction de Wassermann négative.

Radiographie de la main gauche le 2. 11. 18. »Dans le contour externe et postérieur du condyle externe de l'humérus on observe un léger trouble. Le cartilage a gardé sa hauteur; dans les os du carpe on trouve un grand nombre de zones plus claires, limitées par des contours très tranchés. Un grand nombre de zones claires semblables parsèment le scaphoïde et l'apophyse styloïde du radius. Il en existe de pareilles dans le pyramidal, le semi-lunaire, le trapèze et la base du quatrième métacarpien, ainsi que dans le radius et le cubitus, au niveau de l'articulation radio-cubitale inférieure. Les cartilages articulaires du carpe sont bien conservés, ainsi que leur teneur calcique. Légères déviations des surfaces articulaires dans la plupart des os du carpe et dans les extrémités supérieures des métacarpiens» (FORSSELL, H—N).

6. 11. 18. Gonflement des deux cou-de-pied et douleurs à ce niveau. Radiographie ce même jour: »Des zones plus claires d'apparence vésiculeuse et rappelant celles du squelette de la main se rencontrent dans la première phalange du gros orteil gauche, ainsi que dans le scaphoïde du même pied et l'extrémité antérieure du cinquième métatarsien.

»Au pied droit on en trouve aussi dans la partie interne de l'extrémité antérieure du premier métatarsien et dans les surfaces correspondantes des deuxième et troisième cunéiformes. Dans la première phalange du gros orteil gauche on trouve de plus une arthrite déformante avec des dépôts sur les bords des surfaces articulaires. Ces altérations rappellent la goutte, bien que la syphilis ne puisse être exclue à coup sûr» (FORSSELL, K—N).

Par le repos au lit, à domicile, l'état du malade s'améliore et les douleurs s'atténuent. Le 9. 11. 18, l'épanchement dans la gaine du tendon a disparu. Le 11. 11, sensation d'engourdissement dans le pied gauche. Le patient est admis en conséquence, le 11. 11, à la clinique médicale du Serafimerlasaret, où il est traité jusque vers le 20. 12. 18 sous le diagnostic d'arthrite goutteuse et polynévrite.

Pendant trois ans environ il est exempt de symptômes. Au bout de ce temps il est repris de troubles névritiques du côté de la main et du bras gauches, ainsi que de douleurs et de raideur dans les articulations du poignet et du cou-de-pied. Il est alors traité pendant un mois dans le service neurologique du Serafimerlasaret et s'améliore, mais depuis il a des douleurs et parfois du gonflement des articulations du poignet et du cou-de-pied, en même temps qu'il souffre de ses symptômes névritiques des mains. Pendant plusieurs années aussi douleurs dans le dos revenant par crises. En ces deux

derniers mois il ne pouvait s'habiller à cause des douleurs et de la raideur éprouvées dans le dos.

Etat le 3.12.25: Bon état général; parties molles et muscles bien développés.

Poumons et cœur: néant.

Organes abdominaux: néant.

Les muscles du bras et de l'avant-bras gauches sont légèrement atrophiés. Force générale de la main gauche diminuée de moitié. Toutes les sensibilités sont diminuées au bras et à la main gauches.

La flexion du poignet gauche a perdu la moitié de son amplitude; la flexion dorsale est seulement de  $15^{\circ}$ ; l'ab- et l'adduction ne sont que de  $5^{\circ}$ .

Pas de gonflement à la face antérieure de l'avant-bras gauche. A la face postérieure, la gaine des extenseurs des doigts est indurée, épaissie, mais indolente.

Très vive sensibilité au niveau du poignet gauche, surtout marquée dans sa partie cubitale. On sent également que le squelette du carpe est tuméfié. Ganglion épitrochléen gauche du volume d'une amande.

La flexion dorsale et palmaire du poignet droit est diminuée de  $50^{\circ}$ ; l'ab- et l'adduction sont aussi diminuées.

Pas de tuméfaction du squelette de la main; sensibilité à la pression au niveau du poignet et du carpe droits.

Les articulations des coudes-de-pied sont quelque peu gonflées et douloureuses au palper; pas de douleurs ou de sensibilité dans le reste des pieds.

Des photographies radiographiques sont prises à l'Institut Röntgenologique du Serafimerlasaret le 28.11.1925. (Fig. 9, 10, 11, 12.)

»Décalcification générale, sous forme de taches, dans le squelette des deux poignets.

Poignet gauche: zones plus claires, de forme vésiculeuse, dans le radius, le cubitus et tous les os du carpe. Les altérations les moins prononcées occupent le semi-lunaire, le grand os et le trapèze. Des zones claires et vésiculeuses plus petites occupent la base des deuxième, troisième et quatrième métatarsiens. Les contours de tous ces os sont nets et l'on ne voit pas de destruction osseuse dans le voisinage. Dans l'articulation radiocarpienne et dans la plupart des petites articulations la distance séparant les cartilages articulaires intercarpiens est amoindrie. Les surfaces articulaires du radius et du cubitus sont inégales et présentent une usure plus ou moins grande; elles demeurent en rapport avec les espaces vides sous-jacents dont le plus grand a le volume d'une noisette (dans le radius). Dépôts irréguliers sur les bords des surfaces articulaires.

Poignet droit: éclaircissements vésiculeux du même genre dans le scaphoïde, le grand os et l'os crochu, en même temps que, à l'intérieur du semi-lunaire, décalcifications par taches — c'est là peut-être la phase initiale des éclaircissements vésiculeux plus haut mentionnés.

Pour le reste la décalcification est semblable à celle du côté gauche.

Dans les deux coudes pas d'altérations osseuses certaines.

Pied gauche. A la face interne et antérieure de la tête du premier métatarsien, ainsi que dans la partie correspondante de la première phalange, éclaircissements vésiculeux irréguliers à contours tranchés et légère sclérose du voisinage. A la surface, lacunes corticales moins marquées. A la face inférieure de la tête du cinquième métatarsien, altérations semblables. Dans tout le squelette du pied décalcification légère, diffuse et en forme de taches;



elle est surtout manifeste à la face inférieure de l'apophyse de l'astragale, ainsi qu'à la face supérieure de la partie correspondante du calcanéum. Ici également lacunes corticales partielles.

A l'intérieur du squelette du pied droit, ébauches d'altérations du même genre et aux mêmes places; nulle part cependant on ne voit de perte de substance dans la corticale.

Légère décalcification diffuse à l'intérieur des vertèbres lombaires ainsi que dans les sept dernières vertèbres dorsales.

Sur les bords de la quatrième vertèbre lombaire ébauche de petits dépôts indiquant une spondylite déformante. Pour le reste pas d'altérations certaines à l'intérieur des vertèbres en question.

Les altérations des parties antérieures du squelette du pied rappellent surtout celles qu'on observe dans la goutte. Celles du squelette de la main évoquent plutôt l'idée d'une forme très chronique de tuberculose. Toutefois il est impossible d'exclure formellement quelque autre étiologie (FORSELL, L—T).

Réaction de Wassermann pour le sang négative. Réaction de Pirquet négative à trois reprises. Injection sous-cutanée de 1, 5, 10 mgm de tuberculine. Tuberculine ancienne entre les épreuves, à deux jours d'intervalle, sans trace de réaction générale ou locale.

Opération le 22. 12 (Dr HANSON). Excision d'un fragment de la gaine des extenseurs de la main gauche; la gaine est formée par un tissu lardacé de la même apparence que dans une ténosynovite fongueuse tuberculeuse. Les tendons étaient en partie pénétrés par ce tissu. Après que le foyer osseux de l'os crochu eut été marqué sur la radiographie avec l'indicateur de plomb, on ouvre, par la face dorsale, le kyste dont la paroi osseuse est épaisse de 1 mm. Le contenu, une masse gélatineuse jaunâtre, est cureté. Tout l'os crochu gauche était transformé en un kyste unique aux parois lisses. La paroi était elle-même constituée par la couche corticale amincie. Le ganglion épitrochléen gauche, qui est entouré d'une périadénite lardacée, est également extirpé.

Une partie de la gaine tendineuse est broyée, émulsionnée dans la solution physiologique, puis injectée à un cobaye. Lesensemencements opérés dans le bouillon et sur l'agar avec une partie du fragment broyé demeurent stériles.

Une partie du ganglion épitrochléen est broyée, puis émulsionnée comme tantôt et injectée à un cobaye; une autre partie est ensemencée dans le bouillon et sur l'agar, mais ne donne pas de colonies.

Du contenu kystique une partie est également ensemencée sur les mêmes milieux, sans résultat, et une partie émulsionnée pour être injectée à un cobaye.

L'examen microscopique du fragment de gaine synoviale — examen vérifié par le Dr REUTERWALL — montre un tissu conjonctif infiltré de cellules rondes; au microscope, le ganglion n'offrait aucune altération.

Le contenu du kyste était formé de moelle osseuse avec infiltration de cellules rondes, sans indice de tuberculose, de syphilis, d'ostéite fibreuse ou de lésions gouteuses.

23. 12. Quantité de l'acide urique du sang après une semaine de régime sans purines: 2.7 mgm % (Docent TILGREN). Le malade sort le 2. 1. 26; la mobilité dans la main gauche a notablement augmenté; pas de gênes ou de douleurs du côté des pieds.

Au bout de deux mois toutes les inoculations faites aux cobayes étaient négatives.



Dans ce dernier cas il s'agit d'un homme de quarante-huit ans qui, depuis l'âge de vingt ans, a eu des accès répétés de douleurs et de gonflement des poignets et des cous-de-pied, ainsi que des douleurs dans le dos. Les douleurs font surtout penser à une polyarthrite récidivante. Depuis huit ans, le malade offre une polynévrite consécutive à l'influenza et une ténosynovite de la main gauche.

Lors de l'examen pratiqué il y a huit ans, à l'occasion de la polynévrite, on constate de grands foyers osseux de forme vésiculeuse dans le squelette de la main gauche, ainsi que de petites destructions osseuses rappelant la goutte dans le squelette du pied.

Le patient devait avoir ses foyers osseux bien avant son influenza et sa polynévrite, car ces foyers étaient déjà bien constitués deux semaines seulement après l'influenza et l'apparition de la polynévrite.

Les altérations à l'intérieur du squelette de la main et du pied doivent être considérées comme dépendant de la même cause. Les modifications du squelette du pied sur les radiographies rappellent surtout la goutte; il n'en est pas de même avec celles du squelette de la main. La faible valeur d'acide urique et le fait que ce patient a usé, lui aussi, d'une alimentation pauvre en purines s'opposent à l'idée de la goutte; l'examen microscopique du contenu prélevé dans le foyer osseux curetté montre également qu'il s'agit non pas de la goutte, mais d'une inflammation chronique de nature ni tuberculeuse ni syphilitique. Contre la syphilis plaident en outre l'anamnèse et le résultat négatif de la réaction de Wassermann.

Très certainement il s'agit ici encore d'une étiologie semblable à celle de l'observation I.

Obs. III. M<sup>me</sup> E. B. L., 34 ans. Patiente de la polyclinique chirurgicale de l'hôpital St. Göran. N° A. i. 24 du registre médical.

Anamnèse: Mère morte de maladie du foie. Père bien portant; 10 collatéraux bien portants. Pas de maladie pendant l'enfance, sauf la rougeole. Depuis l'âge de quinze ans la malade a souffert de temps à autre d'anémie et de fatigue générale. Elle n'a pas d'enfants, a été opérée pour myome. Elle nie toute infection vénérienne.

A l'âge de quinze ans elle est traitée, à l'hôpital de Sabbatsberg pour un épanchement dans la plèvre et le péricarde.

Il y a environ neuf ans, raideur et gonflement dans le poignet droit pendant deux mois; pas de fièvre. Dans la suite retour complet de la mobilité. Pas de gêne dans le poignet gauche.

Il y a deux ans douleurs dans le coude gauche: la mobilité se limite peu à peu et, de temps à autre, gonflement de l'articulation. Depuis lors elle a toujours souffert de cette articulation. Depuis mars 1925, gonflement plus marqué et mobilité limitée du coude gauche.

Etat le 31. 7. 25: Bon état général. Rien aux poumons ni au cœur; pas

de tuméfactions ganglionnaires. Réaction de Wassermann négative. Réaction de Pirquet négative à trois reprises. Le coude gauche est légèrement gonflé; extension: 160°; flexion: 90°. Sensibilité à la pression au niveau de l'interligne articulaire entre la tête du radius et le condyle externe de l'humérus; la capsule articulaire se sent un peu épaissie.

Une radiographie montre de petits foyers circonscrits de destruction osseuse dans le carpe des deux côtés, ainsi que dans le condyle externe de l'humérus et dans l'apophyse coronoïde du cubitus (fig. 13, 14, 15).

Opération le 3. 8. 25 (Dr WALDENSTRÖM). Excision d'un fragment de la capsule articulaire du coude gauche. La synoviale est épaissie, villeuse. L'examen microscopique de la capsule articulaire (Prof. HEDRÉN) montre une inflammation chronique de nature non tuberculeuse.

15. 1. 26. Après Noël la patiente est prise de raideur dans l'articulation du coude droit; son bras droit se fatigue rapidement.

Examen radiographique: pas d'altérations du coude droit.

Traitement par l'air chaud depuis le 31. 7. 25.

5. 5. 26. Amélioration notable des douleurs.

Dans ce cas aussi la main et le coude gauches présentaient depuis plusieurs années des phénomènes pathologiques sans caractère bien défini.

Les examens pratiqués montrent qu'il ne s'agit pas de lésions osseuses tuberculeuses ou syphilitiques ou d'une «lymphogranulomatosose bénigne». Comme les foyers du squelette de la main ressemblent à ceux des obs. I et II, bien qu'avec des traits moins accusés, je les considère comme l'expression d'un processus pathologique analogue à celui des cas précédents; tous trois sont donc sous la dépendance d'une étiologie identique.

Dans la «lymphogranulome bénin» les altérations osseuses ont en radiographie des apparences tellement caractéristiques et la maladie, par sa généralisation au système lymphatique, est du reste si fortement individualisée que les cas de ce genre méritent de former un groupe à part.

Quant aux autres faits décrits sous le nom d'«ostite kystique multiple», ils ne peuvent être considérés comme une entité morbide nettement définie et, comme la plupart des auteurs nous le disent, dépendante de la tuberculose; mais, ainsi que mes observations le démontrent, une infection non tuberculeuse peut produire des foyers multiples de destruction osseuse dans le squelette de la main et du pied. L'épithète de «kystique» n'est du reste bonne qu'à égarer l'opinion, puisque dans la plupart des cas il n'y a pas de kyste.

A l'affection que je viens de décrire, affection dont le tableau pathologique est parfaitement défini, je propose de donner le nom d'*ostite destructive non tuberculeuse à foyers multiples et circonscrits*.



Fig. 2. Obs. I. Main d. 21/1 1921.

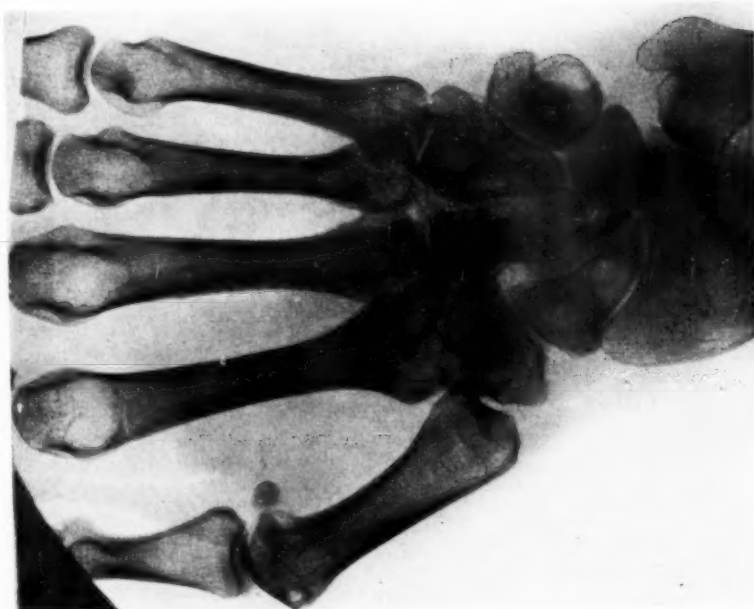


Fig. 1. Obs. I. Main g. 21/1 1921.

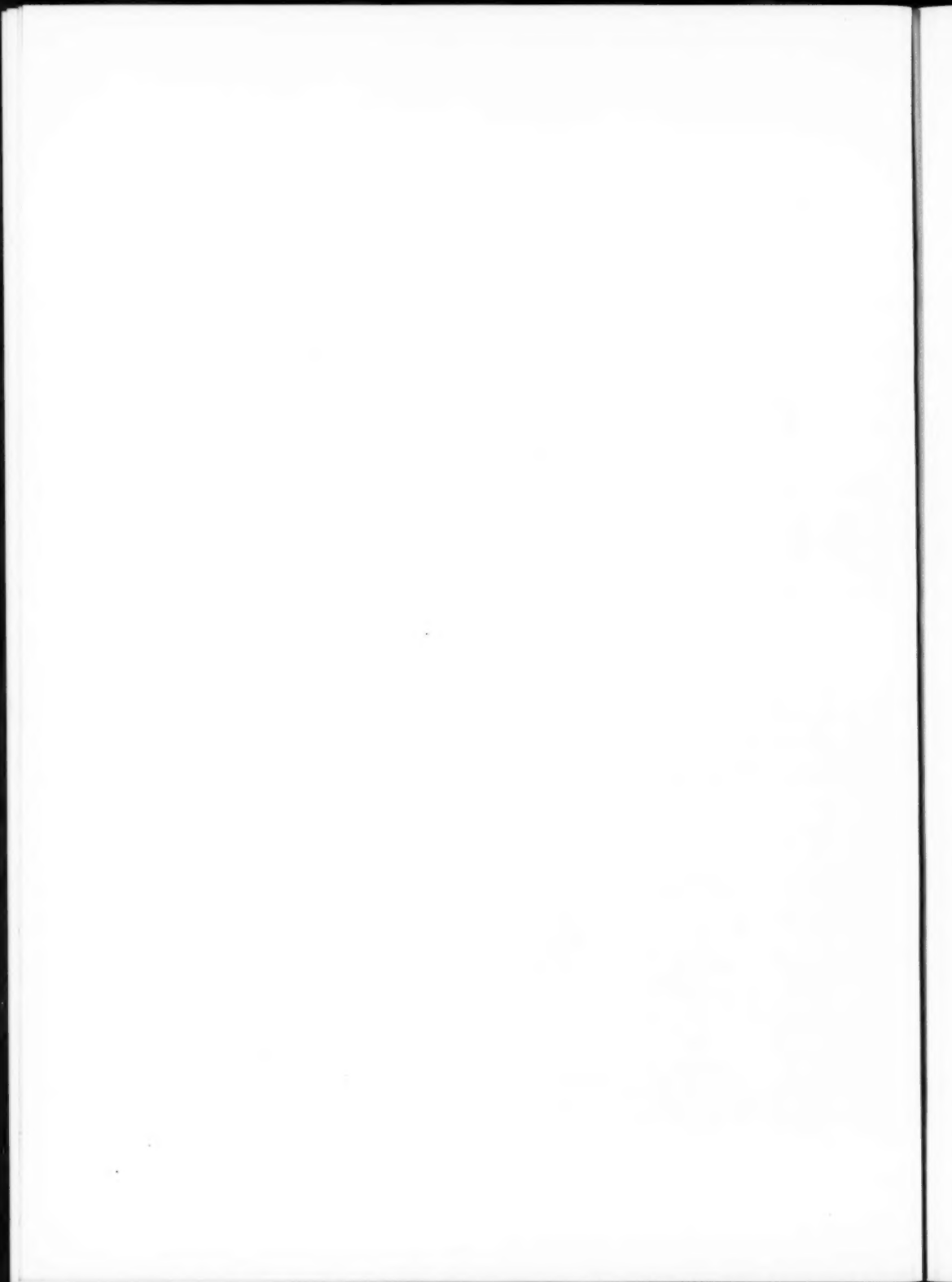
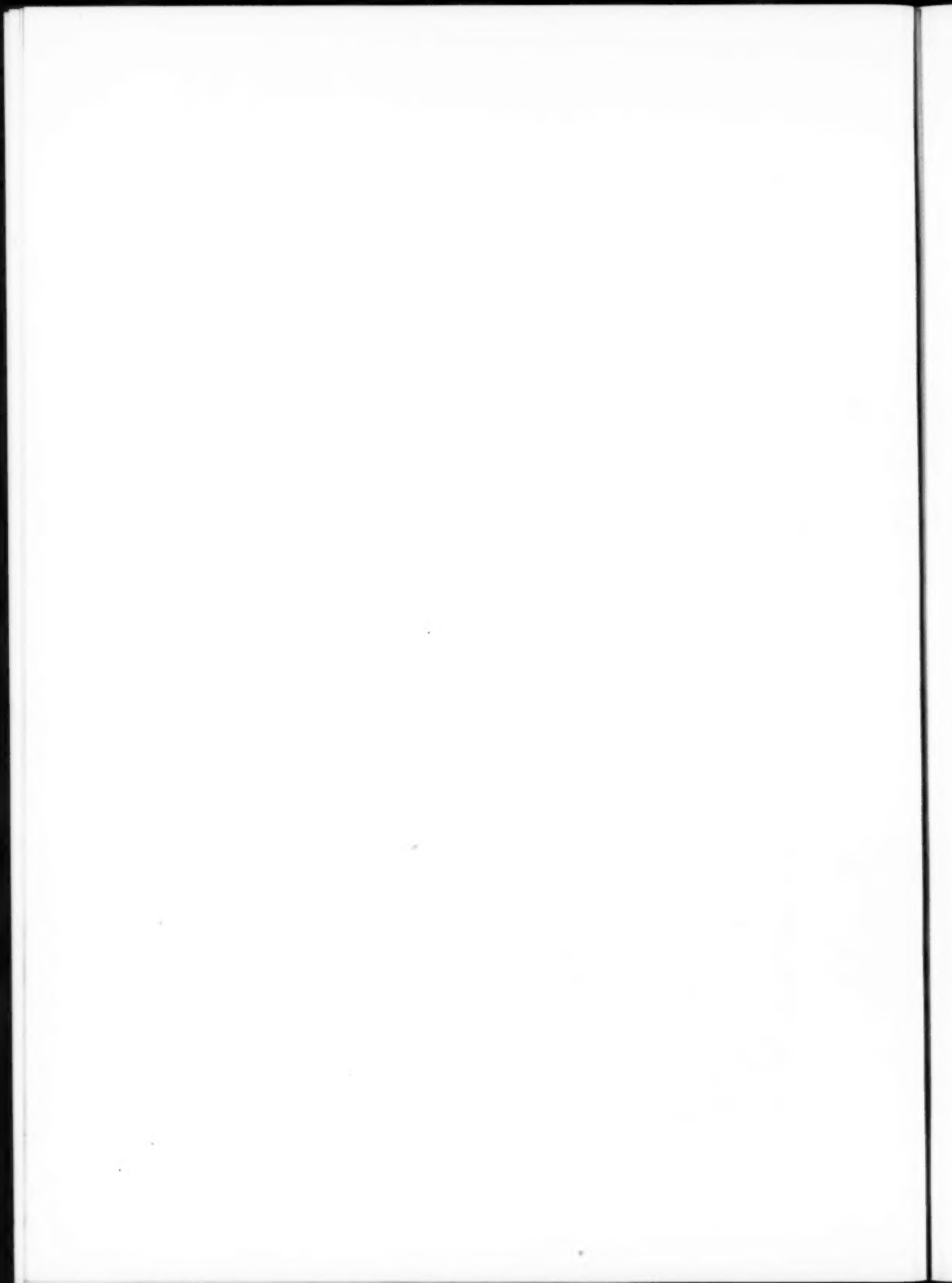




Fig. 4. Obs. I. Pied d. 4/9 1922.



Fig. 3. Obs. I. Pied g. 4/9 1922.





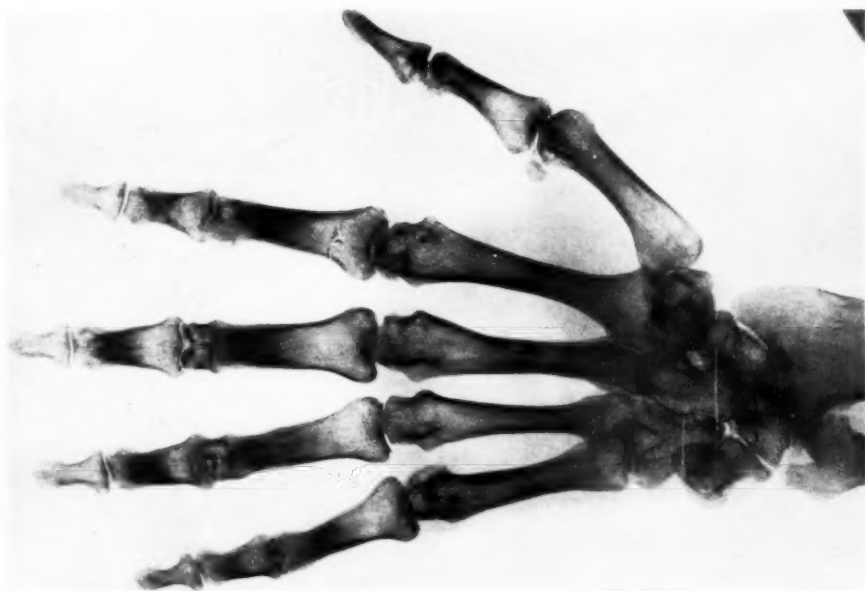


Fig. 5. Obs. I. Main d. 23/9 1925.

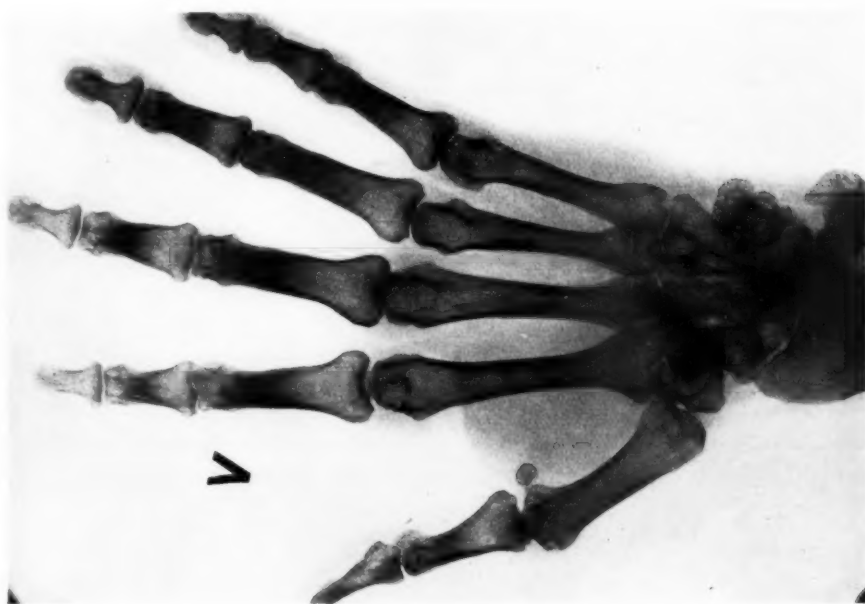


Fig. 5. Obs. I. Main g. 23/9 1925.





Fig. 7. Obs. I. Pied g. 23/9 1925.



Fig. 8. Obs. I. Pied d. 22/9 1925.



Fig. 11. Obs. II. Pied g. 28/11 1925.

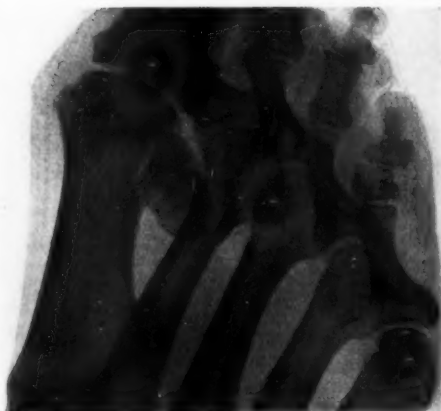
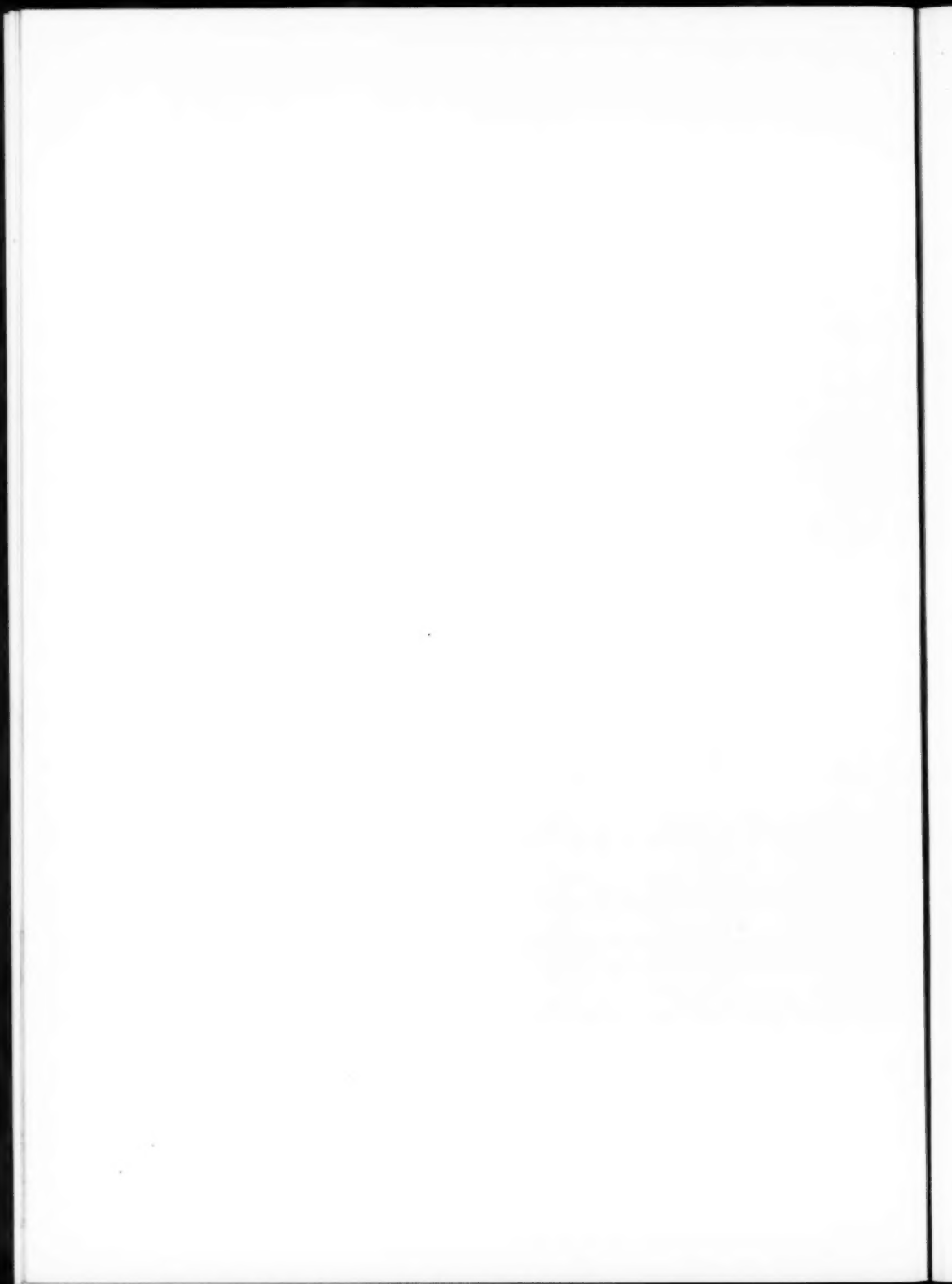


Fig. 12. Obs. II. Pied d. 28/11 1925.



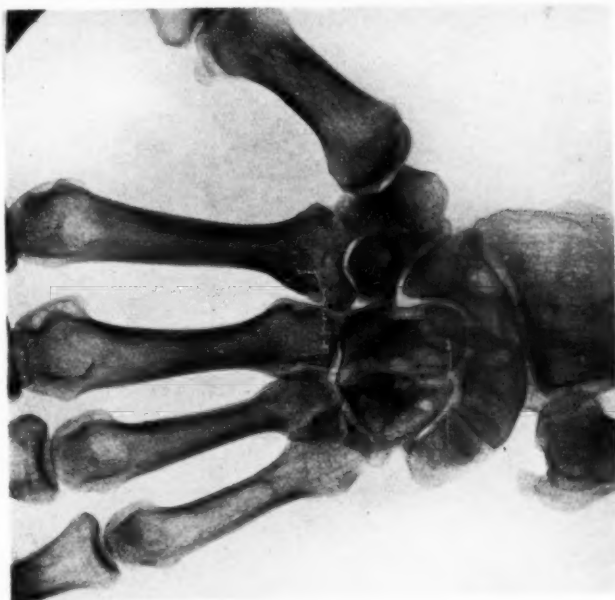


Fig. 10. Obs. II, Main d. 28/11 1925.

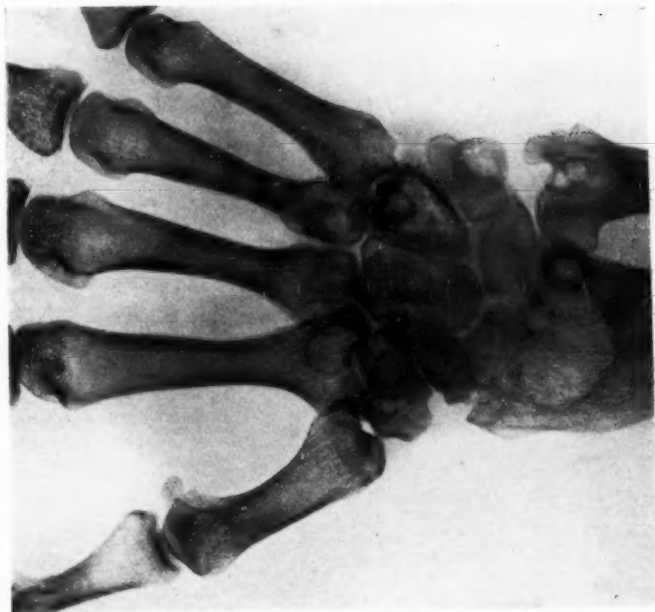


Fig. 9. Obs. II, Main g. 28/11 1925.







Fig. 13. Main g.



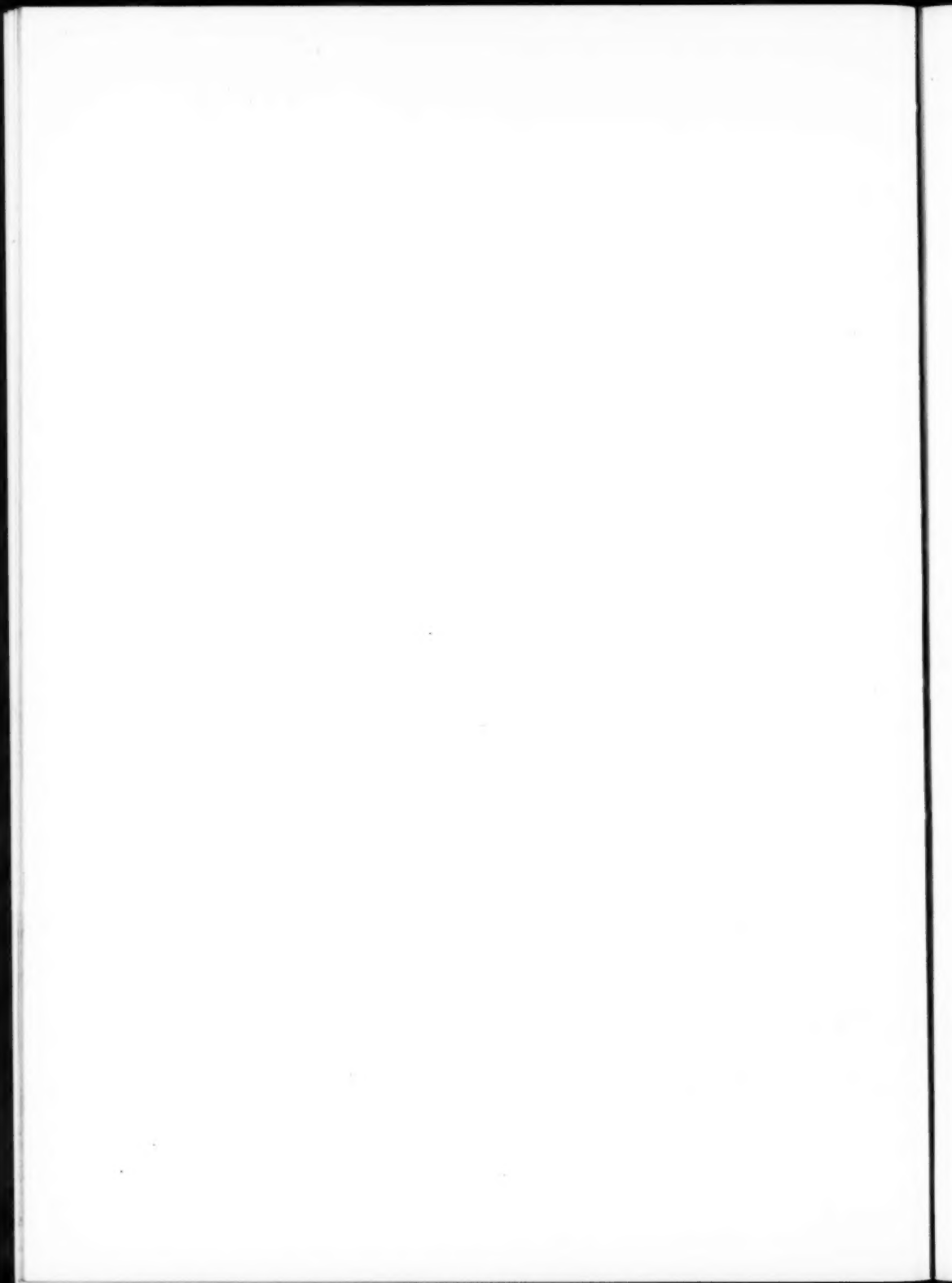
Fig. 14. Main d.



Fig. 15. Articulation du coude g.



Fig. 16. Ancienne fracture du scaphoïde avec  
une kyste de résorption.



Que le médecin Chef, Dr HENNING WALDENSTRÖM, veuille bien agréer ici mes plus sincères remerciements pour m'avoir confié les observations II et III qui précèdent.

## RÉSUMÉ

L'auteur relate 3 cas de lésions destructives multiples et circonscrites du squelette de la main et du pied, lésions qui, en clinique et en radiographie, offraient des symptômes tellement apparentés qu'on peut les envisager comme relevant d'un groupe pathologique identique et parfaitement individualisé. Le trait commun de ces trois cas est la présence de foyers de destruction osseuse nettement circonscrits dans le carpe des deux côtés. Chez les deux premiers patients existaient aussi des petits foyers de destruction osseuse, non moins bien circonscrits, dans les phalanges des orteils ou la tête des métatarsiens.

Dans une certaine mesure les foyers d'altérations osseuses ressemblent, en radiographie, à l'ostite tuberculeuse multiple kystique décrite par JÜNGLING et quelques autres auteurs. Les cas relatés dans le présent travail sont de nature infectieuse et, en raison des réactions ou examens pratiqués, on peut exclure la tuberculose, la syphilis, la goutte et l'ostite fibreuse.

Plusieurs auteurs ont également rangé dans l'ostite kystique multiple les lésions osseuses qu'on rencontre au niveau du squelette de la main et du pied dans le lupus pernio et les sarcoides de Boeck. En radiographie de même qu'en histologie et souvent en clinique aussi, ces lésions sont bien définies; aussi M. HANSON pense-t-il qu'elles doivent être isolées comme appartenant à une maladie spéciale: à la «lymphogranulome bénin» de SCHAU-MANN.

Par contre, il estime que le nom d'ostite kystique multiple est impropre, même pour les autres faits décrits, étant donné qu'il ne s'agit de la présence de kystes osseux que dans des cas tout à fait exceptionnels.

A l'aide de ses observations M. HANSON montre que les altérations osseuses, analogues à celles qu'on a décrites dans l'ostite kystite multiple et qu'on a rattachées à la tuberculose, peuvent aussi bien survenir après un autre genre d'infection.

A la maladie qu'il vient d'isoler et de décrire M. HANSON propose de donner le nom d'ostite destructive non tuberculeuse à foyers multiples et circonscrits.

## SUMMARY

The author gives an account of 3 cases of a multiple form of circumscribed destructions in the bones of the hand and foot which clinically and röntgenologically have so much in common as to be appropriately considered to belong to a separate group of diseases. The feature common to all three cases is the occurrence of well circumscribed areas of destruction in the wrist-bones of both hands. In the first two cases there are destructive areas also in the phalangeal bones of the foot or in the heads of metatarsal bones.

The circumscribed changes as seen on röntgenograms resemble to a certain extent those described by JÜNGLING and others as occurring in the multiple forms of tuberculous, cystic osteitis. The author's cases are of infectious nature, tuberculosis, lues, gout and fibrous ostitis having been carefully excluded.

A number of authors have included in »ostitis multiplex cystica« also those circumscribed diseased areas in the bones of hand and foot occurring in »lymphogranulome bénin« or lupus pernio. This condition is well defined clinically as well as röntgenologically and the author is therefore of the opinion that it should be classed as a separate disease: benign lymphogranuloma.

The author further considers the name »ostitis multiplex cystica« inappropriate also for the other cases described as in most of them there is no question of any bony cysts.

With these three cases the author wishes to illustrate that bony changes resembling those described in »ostitis multiplex cystica« and which have been considered due to tuberculosis, may also occur after other infections.

The author suggests this separate diseased condition to be called *multiple, circumscribed ostitis* or »ostite destructive à foyers circonscrits multiples«.

### ZUSAMMENFASSUNG

Der Verfasser beschreibt 3 Fälle von multipeln, begrenzten im Hand- und Fuss skelett gelegenen Destruktionsherden, die klinisch und röntgenologisch so viel gemeinsame Symptome aufweisen, dass sie als einer begrenzten Krankheitsgruppe angehörend betrachtet werden können. Das allen Fällen gemeinsame ist das Vorhandensein gut abgegrenzter Destruktionsherde in dem Handwurzelknochen beider Hände. In den zwei ersten Fällen kommen auch in den Zehenphalangen oder im Köpfchen der Metatarsalknochen kleine gut abgegrenzte Destruktionsherde vor.

Die herdförmigen Veränderungen auf Röntgenplatten gleichen zum Teil denen bei der von JÜNGLING und anderen beschriebenen Ostitis tuberculosa multiplex cystica. Die Fälle des Verfassers sind infektiöser Natur, und es konnte nach den vom Verfasser gemachten Untersuchungen Tuberkulose, Lues, Gicht und Ostitis fibrosa ausgeschlossen werden.

Mehrere Verfasser haben zur »Ostitis multiplex cystica« auch die bei »lymphogranulome bénin« oder Lupus pernio vorkommenden Knochenherde im Hand- und Fuss skelett gerechnet. Diese Krankheit ist sowohl klinisch wie röntgenologisch gut abgegrenzt, und der Verf. meint daher, dass sie als eine besondere Krankheit: Lymphogranulome bénin abzusondern wäre.

Der Verfasser findet den Namen Ostitis multiplex cystica auch für die anderen beschriebenen Fälle ungeeignet, da es sich bei den meisten nicht um Knochenzysten handelt.

Der Verfasser zeigt mit seinen Fällen, dass ähnliche Knochenveränderungen wie die bei Ostitis multiplex cystica beschriebenen, die man auf Tuberkulose zurückführte, auch nach anderen Infektionen entstehen können.

Als Namen für das vom Verfasser beschriebene und abgegrenzte Krankheitsbild schlägt er vor: *Ostitis multiplex circumscripta* oder »Ostite destructive à foyers circonscrits multiples«.

## BIBLIOGRAPHIE

- FINKELBURG: Über Knochenveränderungen in einem zur Gruppe der Akroasphyxia chronica hypertrophica zugehörigen Krankheitsfall. Zeitschrift für Röntgenkunde, Bd. 15, 1913, p. 73.
- FRÄNKEL: Über eine eigenartige Form multipler Knochentuberkulose (Spina ventosa multiplex adultorum), Beiträge zur Tuberkulose, T. 50, 1922, p. 441.
- HAHN: Über zentrale Destruktionsherde des Os naviculare nach Trauma. Bruns Beiträge zur klin. Chir. Bd. CXXI, 1921, p. 704.
- HOSEMANN: Compte rendu dans Zentralblatt für Chirurgie N:r 51, 1921, p. 1875.
- JÜNGLING: Ostitis tuberculosa multiplex cystica (eine eigenartige Form der Knochentuberkulose). Fortschritte a. d. Geb. d. Röntgenstrahlen, Bd. XXVII, 1919, p. 375.
- MUSCHTER: Ein Beitrag zu dem Krankheitsbild des Lupus pernio. Dermatologische Zeitschrift, Bd. XXVIII, 1919, p. 203.
- PREISSER: Eine typische posttraumatische und zur Spontanfraktur führende Ostitis des Naviculare carpi. Fortschritte a. d. Geb. d. Röntgenstrahlen Bd. XV, 1910, p. 189.
- RIEDER: Über Kombination von chronischem Osteomyelitis (Spina ventosa) mit Lupus Pernio. Fortschritte a. d. Geb. d. Röntgenstrahlen, Bd. 15, 1910, p. 125.
- SCHAUMANN: Etude sur le lupus pernio et ses rapports avec les sarcoïdes et la tuberculose. Ann. de Derm. et de Syph., 1916—1917, p. 357.
- Etude histologique et bactériologique sur les manifestations médullaires du Lymphogranulome bénin. Ibidem, 1919, p. 385.
- Notes on the histology of the medullary and osseous lesions in benign lymphogranuloma and especially on their relationship to the radiographic picture. Acta Radiol., Vol. VII (Xenia Forsselliana), 1926 p. 358.
- Sur la nature du Lymphogranulome bénin. Acta Dermato-venereol., Vol. II, 1922, p. 409.
- SCHINZ: Navicularefraktur mit Höhlenbildung. Zentralblatt für Chirurgie, N:r 24, 1922.
- VOORHOEVE: Ostite à kystes multiples et son étiologie. Acta Radiologica, Vol. II, 1922, p. 40.
- WINCKLER: Een abnormal geval van syringomyeli. Nederlandsch Tijdschrift voor Geneeskunde, T. I, 1919, p. 1448.



## NORDISK FORENING FOR MEDICINSK RADIOLOGI

5:TE MØDE I KØBENHAVN 1927

*Nordisk Forening for medicinsk Radiologi* afholder sit 5:te Møde i København Torsdag den 30 Juni, Fredag den 1:ste Juli og Lørdag den 2:den Juli.

Umiddelbart forinden afholder *Nordisk kirurgisk Forening* Møde i Göteborg. Der er truffen Aftale mellem de to Foreninger om fælles Discussions-emner: »Den kirurgiske og den radiologiske Behandling af cancer uteri» (Radiologisk Indleder: HEYMAN, Stockholm) og »Kirurgisk og radiologisk Behandling af mb. Basedowii». Disse Emner vil blive behandlede den 27:de og 28:de Juni.

*Nordisk Forening for intern Medicin* afholder Kongres i København Onsdag den 29 Juni, Torsdag den 30:te Juni og Fredag den 1:ste Juli. Foredrag om radiologiske Emner paa den medicinske Kongres vil blive henlagt til Fredag Eftermiddag den 1:ste Juli.

*Nordisk Forening for intern Medicin* og *Nordisk Forening for medicinsk Radiologi* har truffet Aftale om, at der Lørdag den 2:den Juli afholdes et Fællesmøde. Ved denne Lejlighed vil Emnet fra radiologisk Side være: »Lungediagnostik» (Indledere: FR. BAASTAD, Oslo, LAURELL, Upsala og FLEM. MØLLER, København). Ogsaa andre radiologiske Foredrag af Interesse for interne Medicinere vil — saavidt Tiden tillader det — kunne henlægges til Lørdag den 2:den Juli.

Anmeldelse om Foredrag bedes indsendt til Generalsekretæren

Chr. I. Baastrup

St. Kongensgade 68. Kbhvn. K.

## LE CONGRÈS DE L'ASSOCIATION FRANÇAISE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES

Le Congrès de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences se tiendra cette année du 13 au 20 Avril à Constantine, où l'on se prépare à recevoir solennellement les travailleurs de la Science française et les savants étrangers qui voudront bien se joindre à eux.

La Section d'Electrologie et de Radiologie médicales se doit de venir nombreuse à Constantine où elle trouvera une organisation digne d'elle.

Fondé il y a 29 ans par le professeur BERGONIÉ, au lendemain de la découverte de RÖNTGEN, ce groupement a pris une importance de plus en plus grande par le nombre de ses adhérents et la valeur des travaux originaux qui y sont présentés.

Les personnes qui désirent prendre part à ce Congrès sont priées de s'adresser au Secrétariat, Rue Serpente, 28, Paris (VI<sup>e</sup>).

Président de la Section de Radiologie et d'Electrologie médicales: Dr. MIRAMOND DE LA ROQUETTE, 53, Rue d'Isly, Alger.



# DIE ACHTZEHNTE TAGUNG DER DEUTSCHEN RÖNTGEN-GESELLSCHAFT

(GESELLSCHAFT FÜR RÖNTGENKUNDE UND STRAHLEN-  
FORSCHUNG)

*findet am Donnerstag, den 28. bis Sonnabend, den 30. April 1927 im  
Paulinenschlösschen in Wiesbaden statt.*

Die Mitgliederversammlung wird am Freitag, den 29. April, nachmittags 2<sup>1/2</sup> Uhr, abgehalten.

Die Sitzungen der Tagung finden täglich von 9 bis 12<sup>1/2</sup> und von 2 bis 5 Uhr statt.

Nach Schluss der Freitagnachmittags-Tagung findet eine Sitzung der leitenden Röntgenologen statt.

Die diesjährige Tagung schliesst sich an den Kongress der Deutschen Gesellschaft für innere Medizin an, und es werden in einer gemeinsamen Sitzung am 28. April folgende Referate erstattet werden:

a) Die Bedeutung der Röntgenuntersuchungen von Lunge und Mediastinum für die innere Medizin. (Referenten: Herr DIETLEN, Homburg, Saar und Herr ASSMANN, Leipzig.) b) Die Bedeutung der Untersuchungstechnik für die Röntgendiagnose der Erkrankung des Mediastinum und der Lunge. (Referent: Herr HAENISCH, Hamburg.) c) Über die Kontrastfüllung der Bronchien mit Lipiojodol und Jodipin. (Referent: Herr LOREY, Hamburg.) d) Die Röntgendiagnostik interlobärer und marginaler lobärer Prozesse. (Referent: Herr FLEISCHNER, Wien.)

Am 29. April 1927 finden über die *Verwendung radioaktiver Bestrahlungskörper* folgende Referate statt:

a) Allgemeine physikalische und technische Grundlagen. (Referent: Herr FRIEDRICH, Berlin.) b) Biologische Grundlagen und intrakorporale Bestrahlung (Einlage-, Nadel- und Spickverfahren). (Referent: Herr HALBERSTÄDTER, Berlin.) c) Die äussere Bestrahlung mit Ausschluss der gynäkologischen Erkrankungen. (Referent: Herr DAUTWITZ, Amstetten.) d) Die gynäkologische Radium-Behandlung. (Referent: Herr EYMER, Innsbruck.)

Die Sprechzeit für die Referenten beträgt 30 Minuten. Diskussion soll in beschränktem Masse zugelassen werden.

Es empfiehlt sich, die Mitgliedskarten für 1927 unter Einsendung der Beträge und des Rückportos möglichst bald voranzubestellen.

Für die Mitgliedskarte, die zur Teilnahme am Kongress berechtigt, sind 10 RM zu zahlen. Nichtmitglieder der Deutschen Röntgen-Gesellschaft haben eine Teilnehmerkarte zum Preise von 12 RM zu lösen.

Zahlungen sind zu richten an den Kassenvorführer Herrn Direktor Alfred Hirschmann, Berlin NW 6, Luisenstr. 58/59 oder auf sein Postscheckkonto Berlin Nr. 30 322 oder auf das Konto der deutschen Röntgen-Gesellschaft bei der Mitteldutschen Kreditbank, Berlin N 4, Chausseest. 3.

Neuanmeldungen von Mitgliedern — schriftlicher Vorschlag von drei Mitgliedern — sind an den ständigen Sekretär Prof. GRAESSNER, Bürgerhospital Köln, zu richten.

Januar 1927.

*Richard Werner,*  
Vorsitzender für das Jahr 1927  
(Heidelberg, Samariterhaus)

## NEWS ON THE BOOKSHELF OF ACTA RADIOLOGICA

- Roger Renaux*: Technique Radiographique Moderne. Norbert Maloine, Editeur, Paris 1926.
- Manoel de Abreu*: Essai sur une nouvelle radiologie vasculaire. Masson & Cie, Paris 1926.
- Laboratory Studies from the Memorial Hospital (Huntington Fund for Cancer Research, Douglas Research Laboratory), Vol. VI, 1924—1925, New York City.
- Clinical Studies from the Memorial Hospital, Vol. II, 1924—1925, New York City.
- Giviel*: La Roentgentherapie des Epithéliomas Cutanés et Cutanéomuqueux par la méthode du Dr J. Coste. Masson & Cie, Paris 1926.
- Felice Perussia*: La Roentgen- e la Radiumterapia nella lotta contro i tumori maligni. Cooperativa Farmaceutica, Editrice, Milano 1926.
- H. Holfelder, H. Holthusen, O. Jungling, H. Martins*: Ergebnisse der medizinischen Strahlenforschung, Vol. II. Publ. Georg Thieme, Leipzig 1926.
- W. Bronkhorst*: De Kontrasten in het Röntgenbeeld. Eigen Druckerij, Utrecht 1926.
- Die Krebskrankheit — Ein Zyklus von Vorträgen herausgegeben von der Österreichischen Gesellschaft zur Erforschung und Bekämpfung der Krebskrankheiten. J. Springer, Wien 1925.
- Mameli Spinelli*: L'actinoterapia nei miofibromi uterini V. Idelson, Napoli 1925.
- Filiberto Rivero*: Lecciones sobre Radiologia y Fisioterapia. Cia Nacional de Artes Gráficas, Habana. Cuba. 1925.
- Fritz Munk*: Grundriss der gesamten Röntgendiagnostik innerer Krankheiten. Georg Thieme, Leipzig 1926.
- Stanley Colyer*: Chronic Infection of the Jaws. H. K. Lewis & Co. Ltd., London 1926.
- A. Schönfeld & F. Kraft*: Die Erkrankungen der Harnblase im Röntgenbilde. Radiologische Praktika B. 5. O. Nernich, Leipzig 1925.
- J. C. Lehmann*: Technik der Röntgenaufnahmen. Bonner Röntgenbücher. L. Grebe & H. Martius Band 5. Verl. Fr. Cohen, Bonn 1925.
- R. Lutembacher*: Les troubles fonctionels du coeur, Masson et Cie. Paris 1924.

ACTA RADIOLOGICA